Zur Meteoropathologie der Großstadtbevölkerung – eine retrospektive Analyse der Morbiditäts- und Mortalitätsfaktoren von Wien nach medizin-meteorologischen Aspekten

Von Alois Machalek

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 22. April 1983 durch das wirkl. Mitglied F. Steinhauser)

1. Einleitung

Beziehungen zwischen Wetter-Witterung-Klima und dem Befinden des Menschen wurden seit altersher aufgestellt, wobei dieses Bemühen nur zum Teil Erfolg zeigte. Denn einerseits ist es wegen des Umfanges der verschiedenen Prozesse und der vorhandenen Wechselwirkungen und Rückkopplungsmechanismen diverser Parameter außerordentlich schwierig, diese beiden Komplexe Medizin und Meteorologie zu analysieren und sie exakt und in der Gesamtheit zu erfassen, und andererseits muß aus dem Genannten zwingendermaßen eine Auswahl der zu vergleichenden Größen ermittelt werden, was aber die Fehlerhaftigkeit medizin-meteorologischer Studien erheblich vergrößert. Das ist auch der Grund, warum zahlreiche Untersuchungen zum Teil widersprechenden Inhaltes oder sogar offensichtlich falsch sind [1–5].

Das Wetter stellt einen außerordentlich komplexen physikalischen, der menschliche Organismus einen noch wesentlich komplizierteren biologischen Prozeß dar. Eindeutige Zusammenhänge lassen sich daher nur schwer nachweisen, wobei meist eine mathematisch-statistisch gesicherte Korrelation gesucht wird. Das setzt aber wiederum voraus, daß die zu vergleichenden Daten weitgehend homogen verteilt sind und daß ein hinreichend großes Beobachtungsmaterial vorliegt. Bei vielen bislang durchgeführten statistischen Untersuchungen trafen diese Bedingungen nicht zu.

Unter diesen Aspekten ist auch die vorliegende Arbeit zu verstehen, die unter Berücksichtigung der bis dato vorliegenden Untersuchungsergebnisse die Meteoropathologie einer Großstadt am Beispiel der Wiener Bevölkerungsstruktur zum Inhalt hat.

2. Ziel und Zweck der Aufgabenstellung

In der vorliegenden Arbeit sollen die Wetterabhängigkeit verschiedener pathologischer Erscheinungen nach uni- und multivariaten statistischen Verfahren untersucht und gleichzeitig die Auswirkungen kleinräumig modifizierter Wetteränderungen am medizinischen Datenmaterial dokumentiert werden. Der Einfluß von kurzfristigen aperiodischen Wetterschwankungen sowie die Häufigkeitsverteilungen der medizini-

schen Daten werden nach verschiedenen Gesichtspunkten überprüft und nach bevölkerungsstrukturanalytischen Kriterien verifiziert.

Aufgrund der topographischen Verhältnisse von Wien ergibt sich, daß das Gebiet der Großstadt in verschiedene kleinräumige Klimazonen zerfällt [6, 7]. Die bezirksweise Aufbereitung der Mortalitätsdaten soll diese räumlichen und klimatologischen Unterschiede der Großstadt Wien aufzeigen, um daraus einen gesundheitspolitischen Nutzen ableiten zu können.

K. Büttner [12] hat die Medizin-Meteorologie bzw. die humanbezogene Bioklimatologie in fünf Problemkreisen definiert, die für Studien auf diesem Gebiet scharf zu trennen sind:

1. Die physikalisch-biologische Methode: Hier wird im Sinne von Galileo Galilei „alles was meßbar ist, gemessen und alles, was nicht meßbar ist, meßbar gemacht"

2. Das statistisch-medizinische Verfahren: Hier wird eine zeitliche Korrelation von Wetter- mit Medizindaten hergestellt, wobei über Wirkung und Ursache diese Statistiken zunächst nichts aussagen können. Aber dadurch werden Zusammenhänge bei der Verwendung von verschiedenen statistischen Methoden aufgezeigt.

3. Die Periodenforschung: Zirkadiane und annuale Rhythmen werden für meteorologische und medizinische Prozesse studiert.

4. Die Klimaforschung im engeren Sinn: Das Klima wird für die Beeinflussung der Volksgesundheit im hohen Maße herangezogen und wird für anthropobiologische-rassebildende Aspekte herangezogen.

5. Meteorologische Arbeiten mit bioklimatischer Ausrichtung: Hier werden Landschaften nach heilklimatischen Gesichtspunkten klassifiziert, um daraus einen therapeutischen Nutzen ableiten zu können.

In der vorliegenden Arbeit über die Meteorotropie einer Großstadt wird das statistisch-medizinische Verfahren im Sinne der Büttnerschen Klassifikation und das Verfahren der Periodenforschung angewendet und gezeigt, daß mit diesen Methoden eindeutige Zusammenhänge nur schwer zu finden und klarzulegen sind.

3. Datenmaterial

3.1. Medizinisches Untersuchungsgut

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden einerseits Morbiditäts- und andererseits Mortalitätsdaten verwendet. Mit diesem Untersuchungsmaterial kann somit einerseits der Gesundheitszustand der Bevölkerung quantifiziert, und andererseits die Reaktionsweise des Organismus auf die in vielen Fällen als Ursache für Diskomfort bei definierten pathologischen Erscheinungen analysiert werden.

Ein Umstand ist für die in Anwendung kommenden statistischen Methoden zu berücksichtigen, daß nämlich weitgehend statistisch signifikante Daten vorliegen. Das heißt, die Symptome der Erkankung und der Zeitpunkt des Einsetzens der Erkrankung müssen klar definiert und festgehalten sein, um so zusätzliche Fehler in der Interpretation zu

verhindern. Aus diesem Grund wurden sowohl Herzinfarktdaten als auch Todesdaten zur Arbeit herangezogen.

3.1.1. Morbiditätsdaten

Von der Kardiologischen Universitätsklinik standen für die Jahre 1968 bis 1970 im Raum Wien 3631 gesicherte Herzinfarkte verifiziert nach Geschlecht zur Verfügung, wobei zu erwähnen ist, daß diese Zahl keineswegs die Summe aller in diesem Zeitraum aufgetretenen Herzinfarkte ist, sondern hier nur einige Spitäler erfaßt werden konnten.

Als Vergleichseinheit wurden für das Jahr 1976 neben 877 Herzinfarkten (HI) noch 854 koronare Herzkrankheiten (KHK) und 127 kardiale Insuffizienzen (KI) herangezogen, das einer Gesamtsumme von 1858 Fällen anginöser Beschwerden entspricht. Die Daten wurden von der Kardiologischen Klinik des Krankenhauses Lainz zur Verfügung gestellt.

3.1.2. Mortalitätsdaten

Vom Österreichischen Statistischen Zentralamt wurden die Wiener Sterbefälle für das Jahr 1970 für diese Arbeit aufbereitet. Insgesamt standen für dieses Jahr 28.176 Einzeldaten zur Verfügung, wobei neben Angabe über Alter, Geschlecht und Sterbedatum auch der Bezirk des Verstorbenen und der Sterbeort angegeben war. Aus diesen Angaben war es daher auch möglich, die Mortalitätsereignisse nach kleinräumigen (bezirksweisen) Gesichtspunkten zu verifizieren. Diesbezügliche Ergebnisse werden in einer späteren Arbeit publiziert.

Der Gesamtkomplex wurde nach der internationalen Klassifikation der Krankheiten, Verletzungen und Todesursachen [13] unter Berücksichtigung der zum Tode führenden Ursachen und Grundleiden nach den in Tabelle 1 angegeben Gruppen gegliedert.

Tabelle 1: Absolute Häufigkeiten der Wiener Todesfälle 1970

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gesamttote	3152	2186	2425	2272	2182	2173	2185	2165	2112	2463	2354	2507
Tote durch:												
TBC	34	21	25	22	21	14	17	22	28	29	19	20
Nervenleiden	27	22	18	19	17	20	26	16	20	13	23	16
Herzversagen	968	692	790	683	717	707	710	687	631	831	757	833
Gehirnschlag	159	115	143	121	114	109	108	105	101	112	129	151
Kreislaufversagen	469	346	364	339	305	349	305	341	339	379	355	377
Atmung	515	176	176	179	121	84	119	113	124	116	138	130
Verdauung	132	136	150	147	149	132	128	136	137	123	169	170
Altersschwäche	7	2	4	1	0	0	5	3	1	5	4	4
Diabetes	46	33	40	35	30	27	30	30	25	34	30	26

In der Bearbeitung des medizinischen Untersuchungsgutes wurde folgende Kennung eingeführt:

M 1: Herzinfarkt bei Männern
M 2: Herzinfarkt bei Frauen
M 3: Herzinfarkt gesamt
M 4: Todesfälle gesamt
M 5: Tod durch TBC (ICD 010–018)
M 6: Tod durch Nervenleiden (ICD 320–337)
M 7: Tod durch Herzversagen (ICD 410–429)
M 8: Tod durch Gehirnschlag (ICD 430–438)
M 9: Tod durch Kreislaufversagen (ICD 440–459)
M 10: Tod durch Atmungserkrankungen (ICD 460–519)
M 11: Tod durch Verdauung (ICD 520–579)
M 12: Tod durch Altersschwäche (ICD 797)
M 13: Tod durch Diabetes (ICD 250–251)

Das für diese Untersuchung bestehende medizinische Datenmaterial setzt sich aus 13 Variablen zusammen.

3.2. Meteorologisches Datenmaterial

Den medizinischen Daten in Form von 13 Variablen stehen 16 meteorologische Variablen gegenüber, die insgesamt 33 meteorologische Parameter bzw. phänomenologische Erscheinungen und Prozesse inkludieren:

Temperaturmaximum, Temperaturminimum, Äquivalenttemperatur, Abkühlungsgröße (nach HILL), Temperaturänderung zum Vortag (kälter, wärmer, gleichbleibend), Dampfdruckänderung zum Vortag (trockener, feuchter, gleichbleibend), Freie Inversion (Untergrenze: <1000 m NN), Bodeninversion, Schwefeldioxidtagesmittelwert, Schwefeldioxidtagesmaximum, Warmluftadvektion im 850 mbar-Niveau, Wetterlagen (nach Klassifikation LAUSCHER in 5 Hauptgruppen zusammengefaßt: meridionale und zonale Strömungslagen, Hochdruck- und Tiefdrucklagen, flache Druckverteilung) [15], Fronten (Kalt-, Warmfront, Okklusion, Trog), Wiener Biowetter (5 definierte Wetterabläufe) [14], Wiener Biowetterindex (für Frontannäherung bzw. -durchgang sowie für Temperaturadvektion), Wetterphasen (6 biometeorologische Wetterabschnitte nach BREZOWSKY) [16].

Die genannten verschiedenen meteorologischen Größen, bioklimatologischen Beziehungen sowie die synoptischen bzw. medizin-meteorologischen Definitionen der Wetterprozesse und -abläufe wurden entweder den Radiosondenaufstiegsterminen 00 und 12 Uhr Z entnommen oder errechnet und beschreiben primär den Tagesablauf der Witterung.

In der Bearbeitung des meteorologischen Datenmaterials wurde folgende Hauptkennung eingeführt:

W 1: Maximumtemperatur
W 2: Minimumtemperatur
W 3: Äquivalenttemperatur
W 4: Wetterlagen (LAUSCHER)
W 5: Temperaturänderung zum Vortag
W 6: Dampfdruckänderung zum Vortag

W 7: Abkühlungsgröße
W 8: Wetterfronten
W 9: Warmluftadvektion
W 10: Wetterphasen (BREZOWSKY)
W 11: Biowetter
W 12: Biowetterindex
W 13: Bodeninversion
W 14: Freie Inversion
W 15: SO_2-Mittel
W 16: SO_2-Maximum

Folgende Codierung wurde für die EDV-Bearbeitung der meteorologischen Daten eingeführt:

W 5 Temperaturänderung zum Vortag: 0: gleichbleibend, 1: kälter, 2: wärmer.
W 6 Feuchteänderung zum Vortag: 0: gleichbleibend, 3: trockener, 4: feuchter (in einigen Tabellen wird für 1 und 3 – [minus] verwendet und für 2 und 4 + [plus]).
W 8 Fronten: 0: keine Front, 1: Kaltfront, 2: Warmfront, 3: Okklusion, 4: Trog.
W 10 Wetterphasen: 1: Mittleres Schönwetter, 2: Gesteigertes Schönwetter, 3: Föhnig übersteigertes Schönwetter, 4: Aufkommender Wetterumschlag, 5: Vollzogener Wetterumschlag, 6: Wetterbesserung.
W 11 Biowetter: 1: A = Hochdruckwetter, 2: B = Flache Druckverteilung, 3: C = Tiefdrucklage, 4: D =West- oder Nordwestwetterlage, 5: E = Süd- oder Südwestwetterlage.
W 12 Biowetterindex: 0: kein Index, 1: Warmluftadvektion, 2: Frontdurchgang oder -annäherung.

3.3. Medizin-meteorologischer Methodenvergleich

Neben Korrelationen von Einzelparametern bzw. Kombinationsgrößen der Meteorologie mit medizinischen Variablen bieten sich eine Reihe von Arbeitsmethoden für die biotrope Wirkungskomplexbeschreibung an, wobei in der vorliegenden Studie eine Wertung bzw. ein Vergleich aufgrund statistischer Untersuchungen der meist verwendeten phänomenologischen Schemata möglich ist. Denn durch die Verwendung der Wettervariablen W 4, W 10 und W 11 mit W 12 können die bei medizin-meteorologischen Studien am häufigsten angewendeten Methoden in ihrer Aussagekraft überprüft werden.

3.3.1. Wetterlagenklassifikation (W 4)

Hierbei wurde die im österreichischen Wetterdienst übliche Klassifikation der Großwetterlagen nach LAUSCHER [17] verwendet. Einen Überblick auf dieses Wetterlagenschema gestattet die Tabelle 2 [15]:

Für das Jahr 1970 wurde das Wetterlagenschema noch durch zusätzliche Überlegungen über zyklogenetische oder antizyklogenetische Prozesse und Luftmassencharakteristika erweitert.

Diese Wetterlagendefinition erfolgt nach rein meteorologischen Gesichtspunkten, wobei die jeweilige Lage für weite Teile Europas charakteristisch ist und somit spezielle Wettererscheinungen im Wiener Raum nicht oder nur schlecht erfaßt werden. Unter Umständen können auch biologisch signifikante Wettererscheinungen unterdrückt werden.

Bezeichnung	Zirkulationsform	Großwetterlage	Luftmasse (nach Scherhag)	Häufigkeiten Maximum	Häufigkeiten Minimum
Strömungslagen	zonal	West	mTp, mPT	XII–I, VII–IX	III, IV
	meridional	Nord	mPA, cP	V, VI	XII, I, X
		Nordost	cPA, cP	IV–VI	VII, X, XI
		Ost	cP, cPT	I, II	VI, VII
		Südost	cT, cPT	XI, I, II	VI, VII
		Süd	mT, mTP	XI–II	V–VII
	gemischt	Südwest	mT, mTP	I, II, X, XI	VI, VII
		Nordwest	mPT, mP	VI, VII, VIII	V, X
Hochdrucklagen	meridional	Hoch Brit. Inseln	mPT	IX, II	VII, XII
		Hoch Fennoskandien	cPA, cP, cPT	I–III	VI, VII
	gemischt	Hoch Mitteleuropa	verschiedene	IX, I	IV, XI
		Zwischenhoch	verschiedene	V–VIII	III, X–XI
Flache Druckverteilung	gemischt	gradientschwach	verschiedene		
Tiefdrucklagen	meridional	Tief Brit. Inseln	mPT, mTP	V, VIII	I, III
		Trog Westeuropa	mTP, mT	VII, VIII	I, II
		Tief im Süden	mT, mTs	X–I	VI–IX
	gemischt	Tief Mitteleuropa	verschiedene	IV, V	VIII, XII
		Vb-Tief	verschiedene	IV-VI, IX, XII	

Tabelle 2: Wetterlagenschema – Prognosendienst

3.3.2. Wetterphasen (W 10)

Eine bewährte medizin-meteorologische Methode zur Charakterisierung des biotrop wirksamen Wettergeschehens ist das sogenannte Wetterphasenschema von BREZOWSKY. Dabei wird der Wetterablauf in Zentraleuropa durch Wetterabschnitte („Wetterphasen") beschrieben, die den immer wiederkehrenden Wetterablauf von einer Hochdrucklage über einen Wetterumschlag zu einer Tiefdrucklage beinhalten. Abbildung 1 zeigt dieses Arbeitsschema [18]:

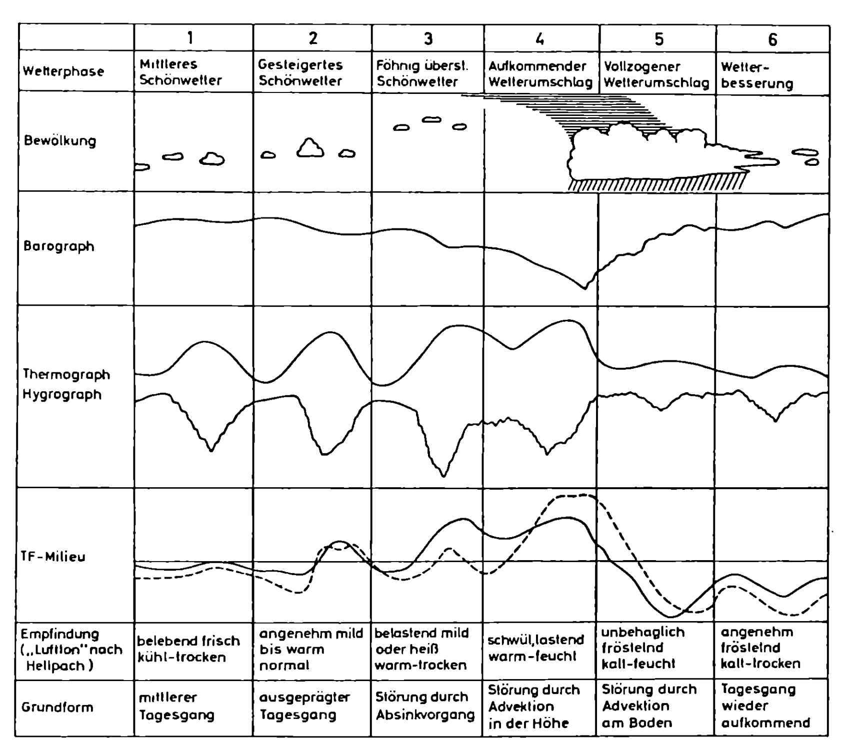


Abb. 1: Biotropes Wettergeschehen im Wetterphasenschema nach BREZOWSKY.

3.3.3. Wiener Biowetter (W 11, 12)

Eine andere Methode wurde in Wien an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik eingeführt: das Biowetter [14]. Hierbei wird das Biowetter durch eine allgemeine Charakterisierung der herrschenden Wetterlage aufgrund der Luftdruck- und Luftmassenverteilung erfaßt, wobei auch Warmluftadvektion, Frontendurchgänge und vertikale Vorgänge in der Atmosphäre durch Indices berücksichtigt werden.

Folgende Kurzcharakteristik kann für das Biowetter gegeben werden:

A = Hochdruckwetter

Charakteristikum: antizyklonales Wetter, Hochdruckkern über oder in der Nähe von Mitteleuropa, Dynamik: Absinkbewegung, Advektion: keine oder gering.

B = Flache Druckverteilung

Charakteristikum: gradientschwaches Übergangswetter, flache Luftdruckkonfiguration ohne signifikante Aktionszentren in Nähe Mitteleuropas, Dynamik: nicht definierbar, Advektion: mäßig bis stark.

C = Tiefdrucklage

Charakteristikum: zyklonales Wetter, steuerndes Aktionszentrum im Nahbereich Mitteleuropas, eventuell mit Frontdurchgang, Dynamik: Aufsteigbewegung, Advektion: mäßig bis stark.

D = West- oder Nordwestwetterlage

Charakteristikum: unbeständiges, wechselhaftes Wetter, zonal orientierte Zirkulationsform mit lebhafter Höhenströmung, Dynamik: mäßige bis starke Turbulenz, Advektion: mäßig, vor allem im Winter.

E = Süd- oder Südwestwetterlage

Charakteristikum: meridional orientierte Zirkulationsformen mit mäßiger bis lebhafter Höhenströmung, eventuell mit Aufgleitvorgängen, Dynamik: mäßige bis starke Turbulenz, vielfach auch Absinkbewegung, Advektion: mäßig bis stark.

Diese Methode des Biowetters hat gegenüber der Wetterphasenmethode den Vorteil, daß sie für ein größeres Gebiet Gültigkeit hat und für detaillierte Betrachtungen ohne weiteres mit verschiedenen anderen Parametern und Komplexen kombiniert werden kann.

Für vorliegende Studie wurden alle drei Methoden gewählt, um dadurch eventuell auftretende Unterschiede in deren biotropen Wirkungskreis herauszuarbeiten.

3.4. Grundsätzliche Erwägung medizin-meteorologischer Einflüsse

Um medizin-meteorologische Arbeiten durchführen bzw. medizin-meteorologische Analysenergebnisse richtig interpretieren zu können, sind vorerst einige grundsätzliche Erwägungen zur Diskussion zu stellen. Denn die Frage nach der Definition des medizin-meteorologischen Einflusses sowie die Analyse des medizinischen und meteorologischen Materials muß a priori geklärt sein, um in der Folge die gesuchten kausalen Zusammenhänge, die ja meist nur in komplexen Verkettungen auftreten, zu erkennen und sinngemäß richtig auslegen zu können.

Grundsätzlich ist dabei eine Trennung der Einflußmöglichkeiten von Einzelparametern und von Komplexen zu ziehen. In die erste Gruppe fallen u. a. Reaktionen des Organismus, die auf zusätzliche Belastungen der Umwelt zurückzuführen sind. Diese Umweltbelastungen können jetzt meteorologische Einzelparameter wie Temperatur, Feuchte, Luftverunreinigung usw. sein. In solch einem Fall spielen jedoch verschiedene organische Faktoren und alle Umweltreize, die nicht im Wetter zu suchen sind, eine große Rolle. Der menschliche Organismus kann natürlich

gewisse Umweltverhältnisse und -reize ausgleichen, und der Mensch weiß sich auch gegen gewisse Umweltbedingungen zu schützen (Kleidung, Heizung, Klimaanlage usw.). Aber es existieren noch eine Summe von endogenen und exogenen Einflüssen, die die Homeostase in Ungleichgewicht setzen können. Diese Einflüsse können verschiedenster Genesis sein und reichen von physischen und pathologischen Erscheinungen über zirkadiane und annuale Rhythmen bis zu sozialen und gesellschaftlichen Strukturproblemen.

Die andere Gruppe der medizin-meteorologischen Einflußmöglichkeiten besteht aus dem Wechselspiel mehrerer, mannigfaltiger Einzelgrößen – aus Komplexen. Hier wird das Erkennen der Problemstellung noch undurchsichtiger. In der Medizin-Meteorologie unterscheidet man hier zwischen fünf Wirkungskomplexen: photoaktin, thermisch, luftelektrisch, luftchemisch und neurotrop. Vor allem der letztgenannte Wirkungskomplex umschließt alle meteorologischen Erscheinungen und Prozesse, die von verschiedenster Wirkung auf den Menschen sind. Aus der Fülle des Komplexes der phänomenologischen Wetterbetrachtung sollen hier nur einige Beispiele gebracht werden: Großwetterlagen, Gravitationswellen, elektrische Phänomene usw. Jedoch auch hier ist eine Differenzierung möglich, und kleinräumige Schwankungen können negative oder auch positive Reaktionen des Organismus auslösen. Ein oft zitiertes Beispiel ist hier der Föhn, der sich multifaktoriell auf Physis und Psyche auswirken kann.

Bei medizin-meteorologischen Untersuchungen muß vorerst die Homogenität des Datenmaterials untersucht werden. Dabei müssen zunächst die medizinischen und die meteorologischen Beobachtungen getrennt voneinander untersucht werden, ob irgendwelche Signifikanzen vorhanden sind. Und hier stellt sich die Schwierigkeit bei dem medizinischen Beobachtungsgut ein, denn die Daten (z. B. Herzinfarkt) können im statistischen Sinn homogen sein, sind es aber nicht im medizinischen Sinn.

Daher müßte die Auswahl der medizinischen Daten nach zwei Gesichtspunkten erfolgen:

1. Prozesse bzw. Phänomene, die direkt auf den Organismus Einfluß nehmen können;

2. Prozesse, die in ihrer Komplexheit nur allgemein erfaßbar sind, aber doch als Summeneffekt biotrop wirken können.

Versucht man nun, über die Dokumentation der beiden Bereiche eine erweiterte Anamnese der medizinischen Daten zu gewinnen, so würde das Nivellieren der Daten mindestens teilweise wegfallen und die medizin-meteorologische Analyse würde aussagekräftigere Ergebnisse erwarten lassen.

4. Biologische und meteorologische Rhythmen

Zu den Grundlagen jeder medizin-meteorologischen Studie gehören zweifelsohne die in beiden Wissenschaften auftretenden Rhythmen. Sie

überlagern in vielen Fällen signifikante Effekte, die oftmals zu Fehlinterpretationen führen. Der Mensch trägt einen endogenen Rhythmus mit sich, der eine Adaptation an die jeweiligen Klima- bzw. Wettersituationen zum Ausdruck bringt. Ist diese Anpassung aus physiologischen, pathologischen oder psychopathologischen Gründen gestört, so kann der Organismus exogene Reize nicht mehr ausgleichen, man spricht von wetterreagierend, wetterfühlig. Um diese Kausalzusammenhänge zwischen Wetter und Organismus zu verstehen, muß vorerst die Vielfalt der biologischen und meteorologischen Rhythmen analysiert werden. Die diesbezügliche Forschung steckt heute noch in den Kinderschuhen und hat bei weitem noch nicht alles geklärt [36, 37, 38, 39].

Bei der Rhythmik physiologischer Größen unterscheidet man zwei Wendepunkte, einmal den, bei dem das Maximum des Rhythmus auftritt, und einmal das Minimum. Die Minima dieser Rhythmusschwankungen liegen um 3 Uhr früh und um 15 Uhr. Das ergibt zwei biologische Tageshälften, nämlich einen biologischen Vormittag und einen biologischen Nachmittag, der jeweils vom Vagustonus abhängt.

Der Lichteinfluß wirkt sich unmittelbar auf Hypophyse und Nebennierenrinde aus. Ungefähr 3 bis 4 Stunden nach Lichteinfall spielen sich die stärksten Reaktionen ab, dann klingen sie in Form einer gedämpften Schwingung ab. Das sieht man z. B. bei Vitalkapazität, Herzfrequenz und Eosinausschüttung.

Die körperlich aktive Tageshälfte wird auch als ergotrope Phase bezeichnet und ist durch stärkste Empfindlichkeit der Organe mit größter Reaktionsfähigkeit charakterisiert. Es überwiegt der Einfluß des Sympathikus, und die Zeit der stärksten Reaktionen liegt drei Stunden nach dem Erwachen. Diese ergotrope Hauptwelle besitzt eine große Empfindlichkeit gegenüber dem Zeitgeber Licht und reagiert daher auch auf dessen jahreszeitliche Abhängigkeit.

Auch der Einfluß meteorologischer Faktoren auf die Rhythmen weist eine jahreszeitliche Abhängigkeit auf. So ist die Intensität verschiedener Beschwerden an dunklen Tagen im Sommer größer als im Winter und an hellen Tagen im Winter wiederum größer als im Sommer. Dabei ist zweifellos die Intensität und Dauer des Lichtreizes maßgeblich beteiligt. Allerdings sind die genauen Umstände der Einflußnahme meteorologischer Größen auf die Rhythmik noch unbekannt [41].

Versucht man, die Jahresrhythmik der vegetativen Funktionseinrichtungen für die Gliederung der biologischen Jahreszeiten und zur Festlegung der Wendepunkte dieses Jahres zu bestimmen, so ergibt sich, daß die Monate Februar und August als Wendezeiten der Phaseneinrichtung des biologischen Jahresrhythmus sind. Auf diese Monate entfallen nämlich die meisten Maxima und Minima der physiologischen und pathologischen Prozesse. Durch die Monate Februar und August wird das Jahr in zwei Hälften geteilt, wobei der biologische Winter die Zeit mit der geringsten Sonneneinstrahlung, der biologische Sommer die mit den drei strahlungsstärksten Monaten darstellt.

Als Zeitgeber für die jahreszeitlich begünstigten Reaktionen des Organismus und seiner Funktionen wirken eine Summe meteorologischer Größen, wobei der Sonnenstrahlung das Hauptgewicht zufällt.

Die meisten Kriterien der Zeitgeberfunktion haben die Faktoren, die direkt von der Sonnenstrahlung abhängen. So stellt vor allem der Reiz der Ultraviolettstrahlung eine wichtige Größe für den biologischen Jahresablauf dar. Der stärkste Reiz dieser Strahlung trifft den Organismus Mitte Frühjahr, wobei eine steile Zunahme der Intensität bereits im Februar in unseren Breiten zu verzeichnen ist. Während im Winter die meisten Organfunktionen einer trophotropen Phase unterliegen (Überwiegen der Assimilation, Energieeinbau), herrscht im Sommer eine ergotrope Phase (Überwiegen der Dissimilation, Energieabbau).

Der Einfluß der Jahreszeiten und der damit verbundenen Änderungen in meteorologischer und geophysikalischer Art auf den Organismus ist sehr komplex und muß für Gesunde und Kranke getrennt untersucht werden, da hier die Reaktionen sehr vielschichtig sein können.

Untersuchungen [36] haben gezeigt, daß die verschiedenen physiologischen Parameter nicht nur eine Zuordnung nach biologischer Jahreshälfte ermöglichen, sondern auch eine monatsweise Betrachtung gestatten. Nachfolgende Übersicht zeigt die monatlichen Wendepunkte verschiedener Funktionen und Meßparameter des menschlichen Organismus, wobei zwischen den jeweiligen physiologischen Komplexen verifiziert wird. Die Angaben stammen aus Amelung's Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde (1962):

(+ : Maximum, –: Minimum)

Physiologische Größe	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Herz, Kreislauf, Gefäße:												
Pulsfrequenz		+						–				
Pulsfrequenzsteigerung nach Arbeit		+					–					
Blutdruck (systolisch)					–							+
Arterieller Mitteldruck			+				–					
Pulswellengeschwindigkeit der Aorta								–	–			
Peripherer Kreislaufwiderstand								–	–			
Atmung, Gaswechsel:												
Atemfrequenz	+							–				
Atemvolumen	–							+				
Vitalkapazität						–						
O_2-Aufnahme, CO_2-Abgabe	–	–										
Puls-Atem-Quotient			–						+			
Verdauung, Stoffwechsel:												
Magen (Gesamtazidität)							–					
Magen (Entleerungszeit)							–	–				
Grundumsatz							–					
Blut:												
O_2-Kapazität (Kleinkinder)	–				+	+						
O_2-Kapazität (Schulkinder)		–						+				
CO_2-Bindungsfähigkeit	+					–	–					+

Physiologische Größe	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hämoglobingehalt	−						+	+				−
Temperaturregulation:												
Körpertemperatur (Frühmessung)			−							+		
Körpertemperatur (nachmittag)						+	+					
Tagesamplitude	+	−	−	+		+			−			
Stirnhauttemperatur	−	−	−				+					
Mittlere akrale Wiedererwärmungszeit	−						+					

Es ginge sicherlich zu weit, wolle man die jahreszeitenmäßig bedingt auftretenden Krankheiten unter dem Begriff wetterfühlig vereinen. Denn bei Saisonkrankheiten wirkt sich das jeweils aktuelle Wettergeschehen nur noch indirekt auf den Organismus aus, und es kommen die klimatischen Gegebenheiten zum Tragen. Die Summe der Krankheitsfälle überstreicht einen großen Zeitraum, so daß leider kein eindeutiger und allgemeingültiger Zusammenhang mit der Jahreszeit besteht. Es gibt auch nur relativ wenige Arbeiten, die über saisonpathologische Ergebnisse Aufschluß geben [4].

Aus der Vielfalt der biologischen und meteorologischen Rhythmen geht somit klar hervor, daß sie Ergebnisse medizin-meteorologischer Korrelationen mitbestimmen und daß somit keine diesbezügliche Studie durchgeführt werden dürfte, ohne diesem Umstand Rechnung zu tragen.

5. Arbeitsmethoden

Zur Bearbeitung des unter Pkt. 3 beschriebenen medizinischen und meteorologischen Datenmaterials wurden verschiedene statistische Verfahren herangezogen, um dadurch eventuell entstehende Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Eine der Hauptschwierigkeiten der Korrelation Krankheitsfälle und Wettergeschehen ist die methodische Erfassung dieser Gruppenbildung durch mathematisch-statistisch formulierte Parameter. Die Komplexität der Vorgänge in der Atmosphäre macht die Zugrundelegung der einzelnen meteorologischen Elemente als Korrelationsparameter zu einem fragwürdigen und, wie man bereits in zahlreichen Studien nachweisen konnte, zu einem unmöglichen Verfahren. Erst die Einführung eines zahlenmäßigen oder kodierten Ausdruckes der Intensität bzw. Erscheinungsform eines Wettergeschehens oder die Einführung einer physikalischen Meßgröße (z. B. Luftelektrizität) zu einem Indikator für biologische Wetterwirkung ermöglichen hiebei den Weg der Zuordnung Krankheit und Wetter. Vor allem letztgenannte Meßgrößen weisen den Vorteil auf, daß sie vom subjektiven Wetterempfinden unabhängig sind. Allerdings muß eine positive Korrelation noch keinerlei Aufschluß über die kausale Beziehung zwischen Wetter und Krankheit darstellen.

Wesentliches Gewicht erhält das Sammeln bzw. Auswerten der Beobachtungen bzw. Einzeldaten, wobei natürlich die Feststellung der

zeitlichen Koinzidenz des biologischen und meteorologischen Ereignisses eine der Primärbedingungen ist.

5.1. Angewandte Rechenmethoden

Die gebräuchlichsten Verfahren, die auch in dieser Studie angewandt wurden, hat DERUDDER [4] in seiner umfassenden Arbeit ausführlich erörtert.

5.1.1. Der Meteorotropie-Index nach DERUDDER [4]

Die erste Aussage, ob die medizinischen mit den meteorologischen Daten korrelieren, gibt der Meteorotrophie-Index (M), der definiert ist

$$M = \frac{N \quad Kn}{n \quad K_N}$$

wobei N die Anzahl aller Beobachtungstage, n die Anzahl der wettergestörten Tage, K_N die Gesamtkrankheitszahl und K_n die Krankheitszahl an wettergestörten Tagen bedeutet.

Dieser Index nimmt bei typisch meteorotropen Krankheitsbildern Werte zwischen 1 und 2 an. Werte größer 2 sind sehr selten, Werte kleiner 1 bedeuten eine negativ biotrope Wirkung.

Unabhängig von der Größe des Index muß eine Überprüfung des Gesamtmaterials nach der signifikanten Überzufälligkeit der Beobachtungen erfolgen. Diese wahrscheinlichkeitstheoretische Sicherung erfolgt mittels des Gaußschen Wahrscheinlichkeitsintegrals noch [4] folgendermaßen:

Die Wahrscheinlichkeit, daß ein beliebiger Tag wettergestört war, ist $W_1 = \frac{n}{N}$ und die Wahrscheinlichkeit, daß auf einen beliebigen Tag ein Krankheitsfall trifft, ist $W_2 = \frac{K_N}{N}$.

Die Wahrscheinlichkeit, daß ein beliebiger Tag wettergestört ist und gleichzeitig ein Krankheitsfall auf ihn trifft, ist dann

$$W_1 \quad W_2 = \frac{n}{N} \quad \frac{K_N}{N}.$$

Dehnt man nun die Wahrscheinlichkeitsbetrachtung über den gesamten Zeitraum aus, so wären zufällig wettergestörte Tage mit Krankheitsfall zu erwarten:

$$W_1 \quad W_2 \quad N = \frac{n \quad K_N}{N^2} \quad N = \frac{n \quad K_N}{N} = W.$$

Da nun die Krankheitszahl K_n an wettergestörten Tagen beobachtet wird, so ergeben sich drei Möglichkeiten zwischen Beobachtung (K_n) und Zufallserwartung (W):

$W = K_n$ rein zufälliger Zusammenhang zwischen Wetter und Krankheit,
$W > K_n$ Wettersituation ist krankheitswidrig,
$W < K_n$ Wettersituation ist krankheitsbegünstigend.

Die Prüfung von W auf Zufälligkeit oder Überzufälligkeit wird durch die Gaußsche Formel durchgeführt:

$$G = \frac{K_n - \frac{n \quad K_N}{N}}{\sqrt{2 \; \frac{n \quad K_N}{N} \; (1 - \frac{n \quad K_N}{N^2})}}$$

W ist nun mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,7 % signifikant überzufällig, wenn $G > 2{,}1$ erreicht wird. Die Wahrscheinlichkeit von 96 % erzielt man bei dem Ergebnis $G > 1{,}46$.

5.1.2. Die „n-Methode"

Da aber eine Korrelationsmethode einen noch zu geringen Aussagewert besitzt, wurde noch ein zweites statistisches Verfahren angewandt, um so auf anderem Weg zu demselben Ergebnis zu gelangen.

Verwendet wurde die Methode der überlagerten Stichtage oder „n-Methode" [4]. Aufgrund eines Terminkalenders der medizinischen und meteorologischen Ereignisse wurden alle vom Wettergeschehen her interessanten Tage als „Tag n" bezeichnet und demgemäß die Tage davor bzw. danach als (n ± i), wobei i = Tagzahl (oder Stundenzahl).

Besteht nun ein Zusammenhang zwischen Wetter und Krankheit, so muß in unmittelbarer Nähe vom n-Tag ein Gipfelpunkt der ausgezählten Fälle sein oder es besteht Identität zwischen Häufungsmaximum und n-Tag.

Natürlich ist es auch hierbei wieder notwendig, die Überzufälligkeit der Gipfelhöhe zu prüfen, um hier Zufälligkeiten auszuschließen. Das wird dadurch erreicht, daß die größte unter den Rubriken auftretende Differenz eine Zufallswahrscheinlichkeit von nur 0,27 % erreichen darf. Das ist dann erfüllt, wenn die zwischen allen Rubriken gefundene größte Differenz zumindest das f-fache der Streuung der Differenz aufweist. Der Signifikanzfaktor f hängt ab von der Rubrikenzahl und wurde der Tabelle 3 in [4] entnommen.

5.2. Statistische Methoden

Die bisher besprochenen Verfahren zur Korrelationsableitung Wetter – Befinden setzt keine Datenprüfung im Sinne einer Überlegung,

welche Rechenmethoden angewendet werden dürfen, voraus. Dadurch werden hier oftmals Ergebnisse erzielt, die einer strengen statistischen Arbeitsweise widersprechen. In der vorliegenden Arbeit ist dieser Vorgang dokumentiert.

5.2.1. Datenprüfung

Statistische Verfahren setzen ein Datenprüfverfahren voraus, das neben dem Datenumfang auch die Verteilungsdichte und -struktur der Daten angeben muß [20, 21].

Umfang der Daten: Die Voraussetzung, daß jeder zu bearbeitende Tag mit medizinischen Daten mehrfach besetzt ist, ist erfüllt (Tabelle 1). Eine statistische Bearbeitung ist gestattet.

Verteilung der Daten: Die Frage nach der Normalverteilung der Daten wird mittels des Kolmogoroff-Smirnoff-Testes beantwortet. Tabelle 3 gibt einen Überblick auf die gewonnenen Ergebnisse.

Man erkennt, daß die Normalverteilung nicht in allen Fällen eindeutig ist. Je kleiner der betrachtete Zeitraum, desto normalverteilter die Daten. In der Summe kann gesagt werden, daß die Daten weitgehend einer Normalverteilung unterliegen. Die Normalverteilung ist aber nicht so signifikant, daß auch hohe statistische Verfahren bedeutungslos angewendet werden dürfen.

Aufgrund der Kolmogoroff-Smirnoff-Test-Ergebnisse ist für die statistische Bearbeitung die Annahme gestattet, daß die Daten weitgehend normalverteilt sind.

5.2.2. Varianzanalyse

Wenn die Hypothese gestattet ist, daß der Bereich Wetter mit dem Komplex Gesundheit in Beziehung steht, dann sollten die in definierte Kategorien eingeteilten Variablen des Wetters als unabhängige Variable in den davon abhängigen Bereich der medizinischen Daten, den abhängigen Variablen, zu Mittelwertsunterschieden führen, deren Signifikanz durch Varianzanalysen überprüft werden können.

Es werden nur univariate, einfache und mehrfache Varianzanalysen berechnet, da die für die Anwendung der multivariaten Varianzanalyse nötigen Voraussetzungen (multivariate Normalverteilung, Homogenität der Kovarianzmatrizen) nicht eindeutig genug gegeben sind [48, 49].

5.2.3. Kanonische Korrelationen

Dieses multivariate Verfahren geht von der Problemstellung aus, daß zwei inhaltlich deutlich getrennte Sätze von Variablen (z. B. Wetter und Medizin) gegeben sind, deren Zusammenhang global aufgedeckt und erklärt werden soll [50, 51, 52].

Mathematisch geht man so vor, daß aus jedem Variablensatz je eine künstliche Variable, ein Index, die sogenannte kanonische Variable im Sinne einer multiplen linearen Regression gebildet wird, wobei aber als Nebenbedingung die Korrelation zwischen den beiden ersten kanoni-

Tabelle 3: Ergebnisse des KOLMOGOROFF-SMIRNOFF-Tests zur Prüfung der Normalverteilung der Daten für 1970 (Angabe der zweiseitigen Wahrscheinlichkeit mit < 0,05 = keine Normalverteilung, > 0,05 = Normalverteilung).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Wi	Fr	So	He	Jahr
W1	,78	,57	,55	,68	,50	,64	,20	,12	,97	,87	,24	,51	,18	,45	,40	,56	,08
W2	,52	,30	,29	,48	,34	,10	,52	,34	,67	,82	,02	,11	,02	,71	,14	,05	,09
W3	,58	,93	,37	,65	,57	,71	,27	,85	,83	,89	,25	,86	,62	,70	,34	,44	,01
W4	,06	,00	,01	,03	,01	,04	,01	,00	,04	,07	,00	,03	,00	,00	,00	,00	,00
W5	,04	,03	,02	,07	,00	,00	,00	,07	,04	,01	,00	,07	,00	,00	,00	,00	,00
W6	,00	,01	,00	,00	,01	,00	,00	,00	,00	,00	,33	,00	,00	,00	,00	,00	,00
W7	,46	,94	,91	,32	,18	,62	,54	,81	,77	,32	,36	,98	,59	,27	,14	,41	,07
W8	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
W9	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,19	,00	,00	,00	,00	,00	,00
W10	,09	,29	,14	,14	,04	,50	,02	,17	,03	,41	,05	,18	,01	,00	—	,01	,00
W11	,02	,06	,04	,02	,13	,04	,00	,05	,00	,00	,02	,00	,00	,00	—	,00	,00
W12	,00	,01	,01	,00	,07	,00	,00	,00	,00	,12	,00	,00	,00	,00	—	,00	,00
W13	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,04	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	—	,00	,00
W14	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	—	,00	,00
W15	,08	,37	,70	,33	,00	,01	,13	,07	,11	,02	,44	,11	,08	,00	—	,02	,00
W16	,67	,10	,32	,21	,73	,50	,51	,55	,14	,00	,51	,05	,03	,00	—	,00	,00
M1	,04	,33	,06	,19	,01	,07	,01	,11	,07	,23	,18	,21	,00	,00	,00	,00	,00
M2	,01	,12	,07	,10	,00	,16	,11	,01	,02	,06	,03	,03	,00	,00	,00	,00	,00
M3	,17	,09	,43	,57	,15	,12	,12	,37	,59	,24	,26	,29	,00	,00	,02	,00	,00
M4	,65	,80	,78	,71	,53	,58	,93	,98	,64	,94	,85	,96	,03	,91	,65	,92	,00
M5	,16	,02	,04	,03	,00	,00	,00	,00	,00	,01	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
M6	,02	,02	,00	,00	,00	,00	,02	,00	,00	,00	,01	,00	,00	,00	,00	,00	,00
M7	,27	,95	,76	,37	,59	,67	,63	,81	,93	,56	,55	,73	,05	,81	,55	,20	,00
M8	,84	,55	,16	,29	,57	,72	,07	,29	,28	,67	,65	,38	,20	,06	,00	,04	,00
M9	,37	,79	,85	,89	,82	,70	,62	,40	,69	,94	,48	,95	,79	,26	,26	,54	,03
M10	,30	,53	,45	,26	,08	,43	,32	,05	,35	,03	,46	,80	,50	,01	,01	,07	,00
M11	,57	,50	,29	,28	,55	,61	,39	,57	,27	,33	,46	,46	,24	,02	,02	,08	,00
M12	,00	,00	,00	,00	—	—	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
M13	,13	,00	,03	,00	,08	,00	,04	,03	,05	,03	,02	,04	,00	,00	,00	,00	,00

schen Variablen maximal sein soll. Wenn durch das erste Paar kanonischer Variablen noch zu wenig Information aus den Daten entnommen wird, dann können noch weitere Paare von kanonischen Variablen entwickelt werden, die zueinander orthogonal, also unkorreliert sind, in jedem Paar aber maximale Restkorrelation erreichen.

6. Schrifttumsüberblick

Um die Erwartungen bei medizin-meteorologischen Studien besser verstehen zu können und gleichzeitig die Ergebnisse umsichtiger interpretieren zu können, soll hier ein kurzer Überblick auf die medizin-meteorologische Literatur mit Schwerpunkt koronare Erkrankungen und Mortalität der Großstadtbevölkerung gegeben werden.

6.1. Schrifttum zur koronaren Erkrankung

Die hier für Österreich wohl umfassendste Arbeit stammt von UNDT [22]. Die darin enthaltene Literaturzusammenfassung zeigt die eingangs erwähnte Interpretationsvielfalt bei medizin-meteorologischen Arbeiten, wobei hier statistische Sicherungen für nahezu alle meteorologischen Prozesse und Erscheinungen genannt werden. In die zitierten 54 Einzelpublikationen läßt sich kein einheitliches Schema pressen. Eine Vielzahl von Arbeiten ergibt eine Vielzahl von mehr oder weniger gesicherten Ergebnissen [26].

UNDT zeigt Wochengang, Jahresgang für Herzinfarkte auf, wobei seine Angaben mit den in der Literatur enthaltenen weitgehend übereinstimmen:

Wochengang:
Männer: Maximum am Montag (Sonntag, Feiertag)
Minimum am Mittwoch (Donnerstag, Samstag)
Frauen: Maximum am Mittwoch (Montag)
Minimum am Sonntag (Donnerstag)
Jahresgang: Maximum im Winter, Minimum im Sommer

Der Wettereinfluß des Herzinfarktes wurde lediglich mit Hilfe des Wetterphasenschemas BREZOWSKY-UNGEHEUER geprüft. Hier tritt nicht die Wetterphase 4 (aufkommender Wetterumschlag) signifikant hervor, sondern vielmehr die Wetterphase 3 (Hochdruckrandlage).

FLADUNG [23] leitet Beziehungen zwischen Herzinfarkt und Frontdurchgängen ab. Hier ist der negative Einfluß von „Warmfront mit Aufgleiten“ und „Kaltfront mit Turbulenzen“ und der positive Einfluß bei „störungsfreien Wetterlagen“ gesichert.

KUTSCHERA [24] zieht bei ähnlichen Ergebnissen den Schluß, daß der statistische Nachweis allein nicht genügt, sondern daß vielmehr andere Überlegungen herangezogen werden müssen, um allgemein gültige Aussagen für wetterbedingte Herzinfarkte treffen zu können.

DERUDDER [4] und FAUST [25] weisen in ihren Werken auf die starke Wirkung bei Herz-Kreislauf-Störungen von Aufgleitvorgängen in

Verbindung mit Fronten hin. Lediglich 13 % aller Infarkte treten bei „störungsfreien Wetterlagen" auf, während 87 % der Infarkte auf Tage mit „Wetterstörungen" fallen.

Leidreiter [5] faßt zusammen: „Rückseitenwetterlagen nach Kaltfrontdurchgängen am Vortag üben schwerpunktmäßig einen sehr negativen Einfluß im März bis Juli aus. Aufgleitwetterlagen sind vorwiegend im Winter bis Frühjahr belastend. Aufkommende Wetteränderung hat besonders negativen Einfluß im Spätwinter und Frühjahr, der Kaltfrontdurchgang schwerpunktmäßig in der Umstellungsphase zum Winter hin."

Dieses Ergebnis konnten Reuter und Machalek [10] für Wien bestätigen. Die Häufigkeit des Auftretens von Wetterphasenänderungen an infarktkritischen Tagen wurde überprüft: diese Häufigkeiten sind trotz ihres Auftretens in 87 % nicht signifikant, da solche Wettersituationen mit 95 % sehr häufig sind. Hingegen fallen 77 % der infarktunkritischen Tage auf solche, bei denen keine Wetterphasenänderung innerhalb von drei Tagen auftritt. Solche Wettersituationen sind aber relativ selten (5 %). Hier liegt also ein statistisch gesichertes Ergebnis vor. Das hervorstechendste Resultat ist das Dominieren der infarktkritischen Tage bei Wetterlagen mit flacher Druckverteilung (Biowetter B). Bei einer solcher Wetterlage sind mit 59 % sehr kritische Tage und nur mit 14 % unkritische Tage vertreten.

Korrelationen zwischen Herzinfarktzahlen und Indexzyklus, Temperaturadvektion, Temperatur-Feuchte-Milieu ergaben keine positiven Korrelationen.

Hingegen erwies sich ein Zusammenhang zwischen Vorticity und Herzinfarktanfällen, was die Bedeutung der biologischen Rhythmen hervorhebt. Es stellte sich nämlich (wie bei Leidreiter) eine jahreszeitliche Abhängigkeit heraus: im Frühjahr und Sommer treten Infarkte verstärkt bei antizyklonaler Vorticity (d. h. bei einem Übergang von Tief- zu Hochdrucklagen) auf, während im Herbst und Winter umgekehrte Verhältnisse gefunden wurden.

Das sagt aus, daß der Organismus in der wärmeren Jahreszeit eine beginnende Hochdrucklage mit einsetzender Absinkbewegung in der Atmosphäre schlechter verträgt, während dies im Winter nicht der Fall ist. Diese biosynoptischen Ergebnisse bestätigt Staiger [27].

6.2. Schrifttum zum Mortalitätsgeschehen

Anfang des 20. Jahrhunderts herrschte ein ausgeprägtes Sommermaximum der Sterblichkeit, das primär durch die hohe Säuglingssterblichkeit und die Magen-Darm-Erkrankungen verursacht wurde [5]. Mit zunehmenden Hygienemaßnahmen wurde dieser Sommergipfel allmählich abgebaut. Heute liegt das Mortalitätsmaximum in den Wintermonaten und das Minimum im Juli/August.

Tod durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen tritt überwiegend in der Übergangsphase auf, wobei der Phasenwechsel zum Winter hin für den Organismus am belastendsten ist. Die Erkrankungen der Atemwege

haben ein ausgeprägtes Wintermaximum und ein ebenso signifikantes Sommerminimum.

Diese Ergebnisse haben in unseren Breiten ihre Gültigkeit und unterliegen Verschiebungen mit verschiedenen Klimazonen. Eine statistische Analyse der jahreszeitlichen Schwankungen der Mortalität zeigt, daß diese in den kalten Regionen weniger ausgeprägt sind als in den vergleichsweise wärmeren Regionen [31].

Verläßt man die Beziehung Klima–Mortalität und sucht die Zusammenhänge mit dem Wettergeschehen, so trifft man wieder verschiedene, manchmal auch widersprechende Aussagen. Viele Studien beinhalten auch lediglich nur Korrelationen mit meteorologischen Einzelparametern wie Temperatur, Luftdruck, Wind, Feuchtigkeit, Niederschlag [28, 30].

Eine umfassende Studie wurde in den USA von DRISCOLL [29] durchgeführt. Die täglichen Todesfälle wurden in 10 Großstädten mit Wetterelementen korreliert, wobei eine enge Beziehung zwischen Episoden von feuchtwarmem Wetter und Luftverschmutzung und Mortalität nachgewiesen werden konnte.

Wiederholt wird auch auf den Anteil der Luftverschmutzung und deren Akkumulation bei windschwachen Wetterlagen auf die erhöhte Sterblichkeit bei Atemwegserkrankungen hingewiesen [32, 34, 35]. Allerdings müssen relativ hohe Werte der atmosphärischen Schadstoffe auftreten, um eine Beeinflussung auf die Morbidität bzw. Mortalität in der Bevölkerung nachweisen zu können.

Interessant im Mortalitätsverlauf sind noch die Korrelationen zu Extremwerten meteorologischer Parameter. So stellte sich heraus [33], daß bei extremen Witterungsbedingungen (Hitzewellen oder Kaltlufteinbrüche) die Sterblichkeit in Japan auf das mehr als Dreifache des täglichen Durchschnitts mit einer Verzögerung von einem bis drei Tagen bis zu einer Woche ansteigt.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß bei Mortalitätsstudien die jahreszeitenbedingte Rhythmik für einige Länder gut erfaßt ist, der kausale Zusammenhang mit dem Wettergeschehen aber bis dato von einigen Studien abgesehen noch nicht nachweislich geklärt ist. Für Mitteleuropa und hier im speziellen für Wien liegen solche Ergebnisse noch nicht vor.

7. Untersuchungsergebnisse

7.1. Meteorologische Charakteristik des Untersuchungszeitraumes

Vor einer medizin-meteorologischen Korrelation ist es zweifelsohne notwendig, eine meteorologische Charakteristik des Untersuchungszeitraumes durchzuführen, um daraus die medizinischen Analysen anschließen zu können. Denn irgendwelche längerfristigen Witterungsextreme würden eine Abweichung von der Norm bedeuten und somit die Aussage der medizin-meteorologischen Analysen verfälschen.

Für die vorliegende Studie standen die Jahre 1968–1970 zur Verfügung, wobei das Herzinfarkt-Material für alle drei Jahre, die Mortalitätsdaten nur für 1970 vorlagen. Die folgende Witterungscharakteristik wurde den Monatsübersichten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik [42] entnommen, die Wintercharakteristik entstammt der Arbeit [43]:

Tabelle 4 gibt einen Überblick auf die monatliche, jahreszeitliche und annuale Verteilung einiger meteorologischen Parameter für Wien-Hohe Warte. Die Gegenüberstellung zur langjährigen Datenreihe zeigt die Unterschiede der meteorologischen Ereignisse zu den Untersuchungsperioden. Als Kriterium für die Klassifikation der Mittelwerte meteorologischer Parameter des Stichjahres (M_s) im Vergleich zur langfristig gemittelten Beobachtungsreihe (M) wurde analog der Gaußschen Normalverteilung unter Verwendung von Mittelwert und Streuung (σ) vorgegangen. Liegt M_s zwischen ($M + \sigma$) und ($M - \sigma$), so wird M_s als normal (n) definiert; ist M_s größer ($M + \sigma$), so ist M_s übernormal (+); ist M_s kleiner ($M - \sigma$), so ist M_s unterdurchschnittlich (–). Die Ergebnisse der Abweichungen sind in Tabelle 4 enthalten.

Für die Temperaturverteilung können alle drei Untersuchungsjahre als „normal", also im Durchschnitt der Normalverteilung, angesehen werden. Es treten lediglich kleinere Abweichungen vom Normalwert in einzelnen Monaten auf.

Niederschlag und Sonnenscheindauer weisen wesentlich mehr Abweichungen der jeweiligen Mittelwerte vom Normalwert auf. Die Absolutbeträge der Abweichungen liegen aber nicht wesentlich über den Schwellwerten, so daß auch aufgrund dieser meteorologischen Parameter die Jahre 1968–1970 weitgehend als „dem Durchschnitt entsprechend" charakterisiert werden können.

Natürlich traten in dieser Zeitperiode auch Extremwerte auf, die aber für eine Charakterisierung des Jahreswitterungsverlaufes unwesentlich sind, um so mehr da ja diese Daten bei der späteren medizin-meteorologischen Korrelation einbezogen sind.

Da mit meteorologischen Einzelparametern eine medizin-meteorologische Analyse nur mangelhaft durchgeführt werden kann, wurden für die Wettercharakteristik noch zusätzlich für die Jahre 1968 bis 1970 Wetterphasen, Biowetter, Biowetterindex, Fronten, Temperatur- und Feuchtänderungen für die Jahreszeiten und in deren Summe bestimmt oder berechnet und tabellarisch dargestellt (Tabelle 5).

Der Vergleich der meteorologischen Charakteristik zeigt nur geringe Unterschiede in der Verteilungsdichte für den Untersuchungszeitraum. Somit muß aus der Wertung der meteorologischen Witterungsmerkmale der Schluß abgeleitet werden, daß die Jahre 1968, 1969, 1970 als „meteorologisch normal" definiert werden dürfen, d. h. daß im Vergleich zu den langjährigen Durchschnittswerten keine extremen Abweichungen vorliegen.

Tabelle 4: Meteorologische Charakteristika der Jahre 1968, 1969 und 1970 im 24stündigen Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittel und deren Abweichungen zum langjährigen Mittel (n: normal, +: übernormal, −: unternormal)

Temperatur (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Wi	Fr	So	He	Jahr
1851–1950	−1,35	0,27	4,33	9,43	14,15	17,51	19,41	18,62	15,01	9,66	3,91	0,11	−0,32	9,30	18,85	9,53	9,26
Streuung	2,65	2,80	2,08	1,69	1,72	1,33	1,31	1,23	1,42	1,55	1,88	2,51	1,80	1,12	0,84	1,06	0,71
1968	−1,0	1,9	6,3	11,4	14,7	18,7	19,3	17,9	15,0	10,5	5,6	−1,8	0,8	10,8	18,6	10,4	9,9
Abweichung	n	n	n	+	n	n	n	n	n	n	n	n	n	+	n	n	n
1969	−1,6	−0,7	2,3	10,0	17,1	16,9	20,0	18,0	15,9	11,3	7,1	−3,5	−1,4	9,8	18,3	11,4	9,4
Abweichung	n	n	n	n	+	n	n	n	n	n	+	n	n	n	n	+	n
1970	−2,0	0,4	3,6	9,1	13,0	18,8	19,3	19,0	15,1	9,3	7,2	1,0	−1,7	8,6	19,0	10,5	9,5
Abweichung	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	+	n	n	n	n	n	n
Niederschlag (mm)																	
1851–1950	38	36	45	52	71	69	77	69	50	52	48	46	121	168	215	150	653
Streuung	23	24	26	31	41	39	41	36	32	37	27	28	51	56	71	60	112
1968	64	7	24	20	45	35	60	68	39	60	40	42	132	89	163	139	504
Abweichung	+	−	n	−	n	n	n	n	n	n	n	n	n	−	n	n	−
1969	50	55	57	18	30	156	42	67	30	8	67	64	147	105	265	105	644
Abweichung	n	n	n	−	n	+	n	n	n	−	n	n	n	−	n	n	n
1970	12	108	45	48	20	55	121	53	24	86	105	29	184	113	229	215	706
Abweichung	−	+	n	n	−	n	+	n	n	n	+	n	+	n	n	+	n
Sonnenscheindauer (h/d)																	
1901–1950	56	81	135	173	238	246	265	242	184	118	58	41	178	546	753	360	1837
Abweichung	12,7	25,2	28,7	34,1	31,2	30,8	27,5	28,3	34,8	28,3	14,4	14,6	30,6	58,7	61,3	49,6	135,4
1968	69	72	181	213	229	266	263	175	156	112	37	41	207	623	704	305	1814
Abweichung	n	n	+	+	n	n	n	−	n	n	−	n	n	+	n	−	n
1969	27	57	101	240	279	198	305	205	182	175	97	21	125	620	708	454	1887
Abweichung	−	−	−	+	+	−	+	−	n	+	+	−	−	+	n	+	n
1970	23	64	91	143	212	240	243	205	212	105	70	50	139	446	688	387	1660
Abweichung	−	n	−	n	n	n	n	−	n	n	n	n	n	−	−	n	−

Tabelle 5: Absolute und relative Häufigkeiten (AH, RH in ‰) der Wetterphasen (Wp), des Biowetters (BW), des Biowetterindexes (BI), der Frontdurchgänge (F), der interdiurnen Änderung der Temperatur (DT) und des Dampfdruckes (De) für Wien, Hohe Warte, Jahreszeiten 1968–1970. (Die Erklärung des verwendeten Codes findet man in Kapitel 3.2.)

		1968								1969								1970							
		Wi		Fr		So		He		Wi		Fr		So		He		Wi		Fr		So		He	
		AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH	AH	RH
Wp	1	8	88	7	77	10	109	19	207	8	89	22	242	22	239	22	239	9	100	17	186	31	337	18	196
	2	13	143	11	121	14	152	3	33	3	33	4	44	2	22	5	55	27	300	3	33	5	54	6	65
	3	26	285	24	264	19	207	25	272	19	211	14	154	33	359	22	239	22	244	24	264	11	120	16	174
	4	24	264	26	285	22	239	19	207	23	256	10	109	10	109	12	130	18	200	11	121	6	65	19	206
	5	10	110	16	176	15	163	22	238	20	223	27	297	19	206	21	228	—	—	25	275	30	326	23	250
	6	10	110	7	77	12	130	4	43	16	178	14	154	6	65	10	109	14	156	11	121	9	98	10	109
BW	1	9	99	12	132	18	196	33	359	22	244	31	340	42	456	36	391	28	311	36	395	46	500	36	391
	2	40	440	47	516	42	457	13	141	10	111	15	165	15	163	5	54	4	44	14	154	9	98	3	33
	3	13	143	17	187	12	130	14	154	24	267	14	154	11	120	13	142	20	222	17	187	13	141	7	76
	4	22	241	3	33	12	130	16	174	16	178	13	143	16	174	30	326	24	267	17	187	17	185	32	370
	5	7	77	12	132	8	87	16	174	18	200	18	198	8	87	8	87	14	156	7	77	7	76	12	130
BI	0	38	418	44	484	45	489	44	478	41	456	46	505	61	663	53	576	35	389	43	473	52	565	39	424
	1	25	274	15	165	30	326	42	457	41	456	36	396	29	315	36	391	42	468	39	428	31	337	41	446
	2	28	308	32	352	17	185	6	65	8	88	9	99	2	22	3	33	12	133	9	99	9	98	12	130
F	0	59	648	64	703	65	707	69	750	76	845	74	813	72	782	72	782	65	722	65	714	68	739	61	663
	1	20	220	23	254	21	227	16	174	6	67	14	154	16	174	11	120	12	134	16	176	20	217	21	228
	2	6	66	1	11	3	33	5	54	3	33	2	22	2	22	6	65	2	22	4	44	2	22	6	65
	3	3	33	1	11	3	33	1	11	2	22	1	11	1	11	3	33	4	44	5	55	2	22	1	11
	4	3	33	1	11	—	—	1	11	3	33	—	—	1	11	—	—	7	78	1	11	—	—	3	33
DT	0	24	263	12	132	16	174	21	228	20	222	12	132	14	152	12	131	19	211	11	120	16	174	16	174
	+	29	319	34	373	38	413	42	457	36	400	34	373	33	359	44	478	34	378	39	429	34	370	40	435
	–	38	418	45	495	38	413	29	315	34	378	45	495	45	489	36	391	37	411	41	451	42	456	36	391
De	0	30	330	45	495	41	445	50	543	43	478	40	440	37	402	40	435	38	422	33	362	37	402	45	489
	+	30	330	20	220	26	283	25	272	29	322	27	296	27	294	27	293	25	278	30	330	27	293	22	239
	–	31	340	26	285	25	272	17	185	18	200	24	264	28	304	25	272	27	300	28	308	28	305	25	272

7.2. Annuale Rhythmen der Morbiditäts- und Mortalitätsdaten

Abbildung 2 stellt den Jahresgang der Herzinfarktereignisse während der Untersuchungsperiode dar, wobei einerseits die monatliche Verteilung und andererseits die prozentuelle Abweichung der Monatsmittelwerte vom Jahresmittelwert getrennt nach Geschlecht und in der Summe dargestellt sind.

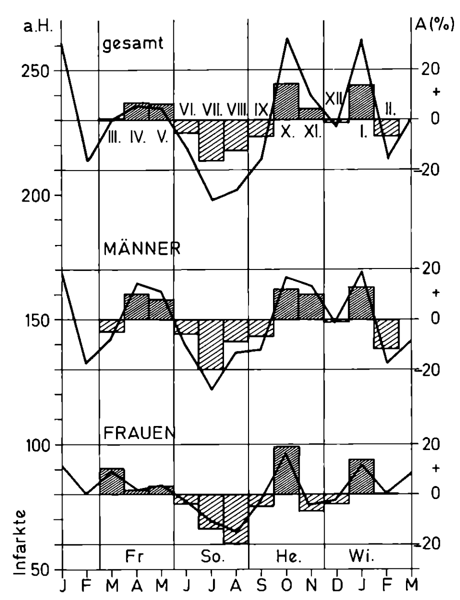


Abbildung 2: Absolute Häufigkeiten der Infarkte (1968–1970) in der Summe, bei Frauen und Männern sowie die Abweichung (in %) der Monatsmittelwerte vom Jahresmittel (in Histogrammdarstellung).

Der Kurvenverlauf läßt eine geschlechtsspezifische Verifikation erkennen: das Maximum liegt bei den Männern im Jänner, bei den Frauen im Oktober, das Minimum bei beiden Geschlechtern im Sommer. Auffällig ist der herbstliche Gipfelpunkt vor dem winterlichen Maximum. Das kann als erschwerte Adaptation der herzgeschädigten Personen in der herbstlichen Übergangsphase vor dem Winter angesehen werden. Nach einer gewissen Phase der Anpassung an die kalte Jahreszeit sinkt die Infarktverteilungskurve steil in das erste Minimum über (Februar), um dann – wieder in der Übergangszeit – langsam anzusteigen. Diese Verteilung läßt die biologischen Vorgänge im Körper herz-kreislaufgefährdeter Personen erkennen und beweist die Dominanz eines endogenen Rhythmus.

Als Einschub zur annualen Rhythmik der Infarktverteilung soll hier noch kurz der Wochengang des verwendeten Datenmaterials gezeigt werden (Tabelle 6).

Tabelle 6: Wochengang der Herzinfarktdaten in relativen Häufigkeiten (%)

	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mittel	Streuung
Männer	16	15	14	13	15	14	13	14,28	1,08
Frauen	17	14	15	15	13	11	15	14,28	1,66
Gesamt	17	14	15	14	14	13	13	14,28	1,02

Die Werte zeigen mit den in der Literatur [22, 26] erzielten Ergebnissen weitgehend Übereinstimmung: Maximum der Männer-Infarkte am Montag und Minimum am Sonntag und Donnerstag; Maximum der Frauen-Infarkte am Montag und Mittwoch, Minimum am Freitag und Samstag.

Der Jahresgang der Gesamtsterbedaten zeigt den aus der Literatur bereits bekannten Verlauf mit Maximum im Winter (Januar) und Minimum im Sommer. Abbildung 3 gestattet den Vergleich zwischen dem verwendeten Zeitraum (1970) und dem 10jährigen Mittel. Man erkennt, daß das Referenzjahr weitgehend im Normalbereich des langjährigen Mittels liegt.

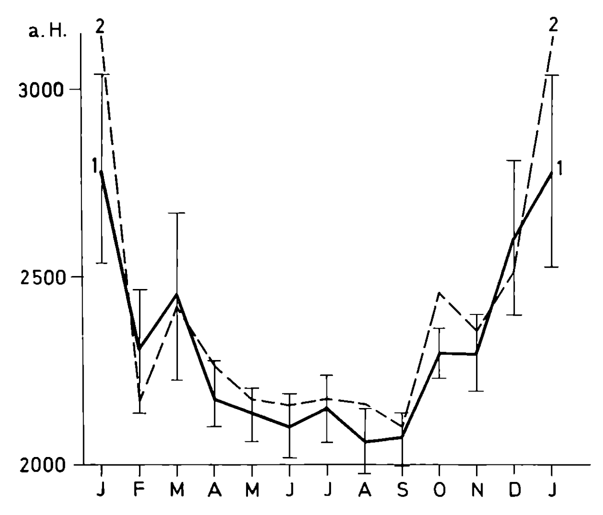


Abbildung 3: Jahresgang der Mortalitätsrate in absoluten Häufigkeiten für das 10jährige Mittel (1966–1975) (Kurve 1) mit der monatlichen Streuung und für 1970 (Kurve 2).

Daraus kann der Schluß abgeleitet werden, daß das Jahr 1970 bezüglich der Mortalitätsverteilung als nicht abnorm gewertet werden darf. Es ist lediglich zu bedenken, daß im Jänner 1970 eine Grippeepidemie im Wiener Raum herrschte und somit eine erhöhte Sterblichkeitsrate bewirkte. Nach Angaben der Wiener Magistratsabteilung 17 (Gesundheitsamt) gab es 65 Tote durch Grippe, was einem Anstieg der Tode durch

Atmungserkrankung um 3 %, einem Anstieg der Gesamttodeszahl von 2 ‰ entspricht, und somit als vernachlässigbar angesehen werden kann.

Der Mortalitätsjahresgang spiegelt die biologische Rhythmik und entspricht dem „biologischen Jahresablauf“: ab Jänner Beginn der zunehmend ergotrop-dissimilatorischen Tendenz mit gleichzeitig zunehmendem Sympathikotonus; ab August/September Trendumkehr und Übergang zur trophotrop-assimilatorischen Phase bei wachsendem Parasympathikotonus.

Verifiziert man die Gesamtsterberate nach bestimmten Todesursachen (Tabelle 1), so treten verschiedene annuale Rhythmen auf, die zum Teil auch eine gegenläufige Verteilung aufweisen:

Tod durch Herzkrankheiten: Maximum im Oktober, März, Mai; Minimum im September, April
Tod durch Neubildungen: Maximum im Sommer; Minimum im Jänner
Tod durch Kreislauferkrankungen: Maximum im Juni, September, Februar; Minimum im Mai, Juli
Tod durch Diabetes: Maximum im März; Minimum im Dezember
Tod durch Atmungserkrankungen: Maximum im Jänner; Minimum im Juni
Tod durch Gehirnerkrankungen: Maximum im Dezember, März; Minimum im Oktober, Jänner
Tod durch Verdauungserkrankungen: Maximum im November, Mai; Minimum im Jänner, Juli
Tod durch Nervenerkrankungen: Maximum im Juli; Minimum im Oktober
Tod durch TBC: Maximum im September, Oktober; Minimum im Juni
Tod durch Altersschwäche: keine Signifikanz, da zuwenig Daten

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die verwendeten medizinischen Daten weitgehend der langjährigen Normalverteilung entsprechen und keine wesentlichen Abweichungen aufweisen. Da, wie bereits besprochen, auch die meteorologischen Daten keine unüblichen Extreme aufweisen, können beide Datenkollektive als durchschnittlich definiert werden und sind somit für medizin-meteorologische Analysen als repräsentativ und miteinander vergleichbar anzusehen.

7.3. Wettereinfluß und Herzinfarkt

7.3.1. Meteorotropismus anginöser Beschwerden

Für die erste Korrelation der medizinischen mit meteorologischen Ereignissen wurden als wettergestörte Tage all jene Tage herausgegriffen, an denen eine Wetterfront Wien überquerte. Hierbei wurden sowohl alle Frontarten berücksichtigt als auch nach deren jeweiligem Charakter unterschieden (Kalt- bzw. Warmfront). In Tabelle 7 sind die statistischen Parameter für die einzelnen Jahre und für den aufsummierten Zeitraum wiedergegeben.

Das Ergebnis zeigt, daß kein typisch meteorotropes Krankheitsbild an Tagen mit Frontdurchgang existiert. Verifiziert man jedoch die Frontdurchgänge und teilt sie nun in Warm- bzw. Kaltfronten ein, so ergibt sich ein eindeutiger Zusammenhang. Mit Warmfronten, also bei Fronten in Verbindung mit Aufgleitvorgängen und Warmluftadvektion, ist eine positive Korrelation mit 96 % Sicherheit möglich. Hingegen zeigen Kaltfronten eine negative biotrope Wirkung.

Tabelle 7: Meteorotropismus des Herzinfarktes
(M = Meteorotropie-Index, W = Zufallserwartung, G = Gaußsche Wahrscheinlichkeit; die Erklärung für diese Größen findet man in Kapitel 5.1.1.).

Wettererscheinung		1968	1969	1970	1976	alle Jahre
Fronten (alle)	M	1,02	0,98	1,02	1,04	1,01
	W	250,9	229,6	320,5	264,3	1068,3
	G	0,40	−0,43	0,86	0,80	0,57
Warmfronten	M	1,26	1,34	1,15	1,27	1,25
	W	51,6	58,7	78,9	45,7	234,1
	G	1,43	2,04	1,10	1,45	1,72
Kaltfronten	M	0,98	0,81	1,04	1,05	0,97
	W	199,3	176,2	246,8	170,6	794,4
	G	−0,17	−2,62	0,73	0,62	−0,76

Errechnet man die statistischen Maßzahlen nicht nur für Infarkte, sondern auch für koronare Herzkrankheiten und kardiale Insuffizienzen und faßt diese unter anginöse Beschwerden zusammen, so erzielt man dasselbe Ergebnis, nämlich die krankheitsbegünstigende Wirkung von Warmfronten und krankheitswidrige Wirkung von Kaltfronten bzw. allen Fronten, wobei hier Okklusionen und Tröge inkludiert sind. Die zahlenmäßige Dokumentation ist in Tabelle 8 enthalten.

Tabelle 8: Abhängigkeit anginöser Beschwerden von Fronten
(M = Meteorotropie-Index, G = Gaußsche Wahrscheinlichkeit).

	Alle Fronten		Warmfronten		Kaltfronten	
	M	G	M	G	M	G
Koronare Herzkrankheiten	0,89	−2,38	1,10	0,51	0,89	−1,35
Herzinfarkte	1,04	0,80	1,27	1,45	1,05	0,62
Kardiale Insuffizienz	0,99	−0,03	1,36	0,67	1,17	1,63
Anginöse Beschwerden	0,96	−0,81	1,19	1,62	0,99	−2,04

Eine weitere Korrelation der Infarkthäufigkeit wurde in einer Wetterlagenklassifikation durchgeführt. Hiebei wurde zwischen fünf Wetterlagen unterschieden.

W/N-Lagen: Wetterlagen mit der Strömungskomponente aus West bis Nordost, E/S-Lagen: Wetterlagen mit der Strömungskomponente aus Ost bis Südwest, H-Lagen: Hochdrucklagen, F-Lagen: Gradientschwache Wetterlagen mit zyklonalem oder antizyklonalem Charakter, T-Lagen: Tiefdrucklagen und Troglagen.

Das Ergebnis, das in Tabelle 9 enthalten ist, zeigt, daß in fast allen Fällen die flache Druckverteilung die signifikant überzufällige Wetterlage ist, bei der die meisten Infarkte mit einer Wahrscheinlichkeit von über

Tabelle 9: Meteorotropismus des Herzinfarktes bei verschiedenen Wetterlagen (Wetterlagenerklärung im Text).

Wetterlagen		1968	1969	1970	1976	alle Jahre
W/N-Lagen	M	0,93	0,95	1,03	1,09	0,99
	W	234,5	197,6	249,4	245,1	931,4
	G	−1,19	−0,79	0,69	1,65	−0,05
E/S-Lagen	M	1,02	0,87	1,04	0,98	0,98
	W	159,5	170,9	109,4	201,8	645,0
	G	0,26	−0,74	0,37	−0,36	−0,37
H-Lagen	M	0,98	0,97	0,76	0,92	0,91
	W	234,5	293,8	241,7	247,5	1016,1
	G	−0,35	−1,48	−4,53	−1,54	−3,83
F-Lagen	M	1,28	1,52	1,56	1,16	1,45
	W	63,3	85,5	101,8	43,2	291,4
	G	1,73	3,89	4,73	0,77	5,96
T-Lagen	M	0,99	0,96	0,94	0,98	0,98
	W	164,2	224,3	223,9	124,9	732,2
	G	−0,08	−0,71	−0,98	0,01	−0,67

99,7 % auftreten. Die anginösen Beschwerden liefern ein ähnliches Ergebnis (Tabelle 10), allerdings sind nicht nur flache Druckverteilungen, sondern auch E/S-Lagen krankheitsbegünstigend. Vor allem weisen koronare Herzkrankheiten bei diesen Wetterlagen einen hohen Meteorotropismus auf. Hingegen wirken sich Hochdrucklagen für alle Beschwerden positiv aus.

Tabelle 10: Abhängigkeit anginöser Beschwerden von Wetterlagen (KHK = Koronare Herzkrankheiten, HI = Herzinfarkte, KI = Kardiale Insuffizienzen, AB = Anginöse Beschwerden).

	W/N-Lage		E/S-Lage		H-Lage		F-Lage		T-Lage	
	M	G	M	G	M	G	M	G	M	G
KHK	0,79	−3,90	1,29	4,27	0,96	−0,70	1,42	2,10	1,01	0,16
HI	1,09	1,65	0,98	−0,36	0,92	−1,54	1,16	0,77	0,98	0,01
KI	1,52	2,31	1,23	0,93	0,50	−2,22	0,48	−0,93	1,05	0,15
AB	0,98	−0,49	1,14	2,05	0,91	−2,16	1,23	1,82	1,01	0,19

Das das Auftreten der Infarkte wärend der Woche eine bestimmte Verteilung aufweist, nämlich mit dem Maximum an Montagen, wurde der Meteorotropie-Index ebenfalls für die Wochentage errechnet. Es zeigte sich, daß keinerlei Abhängigkeit der Infarkthäufigkeit an bestimmten Wochentagen durch hohe Werte des Index nachgewiesen werden konnte.

Um nun die zeitliche Verteilung der medizinischen Ereignisse an wettergestörten Tagen feststellen zu können, wurde für Warmfronttage und Tage mit flacher Druckverteilung die *n*-Methode angewandt, also die um den signifikanten Tag aufgetretenen Infarkte ausgezählt und in Tabelle 11 zusammengefaßt.

Es stellte sich heraus, daß das Ergebnis, welches mit Hilfe des Meteorotropie-Index erzielt wurde, hier nur bedingt bestätigt ist. Nämlich die Warmfronttage zeigen keine überzufällige Verteilung sowohl bei Erfassung der Infarkte in Sechs-Stunden-Intervallen (a in Tabelle 11) als auch in Tagesintervallen (b in Tabelle 11). Lediglich die Tage mit flacher Druckverteilung (c wie b in Tabelle 11) zeigen, daß diese Wetterlage in markant eindeutiger Beziehung zu anginösen Beschwerden steht, die geforderte Maßzahl d ist weit größer als s_d, d. h. das Ereignis ist signifikant überzufällig.

Tabelle 11: Verteilung der Herzinfarkte um wettergestörte Tage.

Tage mit	n−2	n−1	n	n+1	n+2	d	s_d
Warmfronten (a)	28	29	49	34	26	23	28
Warmfronten (b)	189	180	218	183	170	48	66
F-Lage (c)	220	269	374	251	259	154	80

7.3.2. Auftreten anginöser Beschwerden an wettergestörten bzw wetterungestörten Tagen

Aufgrund der Gesamtinfarktzahl während des gesamten Zeitraumes kann gesagt werden, daß im Durchschnitt 2,5 Infarkte pro Tag auftreten, gleich ob dieser Tag wettergestört ist oder nicht. Greift man nun die Tage mit Frontdurchgang heraus, so erhält man ebenfalls 2,5 Infarkte/Tag. Trifft man jetzt aber wieder die Unterteilung nach dem Frontcharakter, so erzielt man für Kaltfronttage 2,4 Infarkte pro Tag und an Warmfronttagen 3,1. Das ist also ein merklicher Anstieg von durchschnittlich 0,6 Infarkten an Tagen mit Warmfrontdurchgang.

Ähnliche Ergebnisse bekommt man auch bei der Unterscheidung nach Wetterlagen. Die geringste mittlere Infarktzahl – nämlich 2,3 – erhält man bei Hochdrucklagen, die größte (3,7 Infarkte/Tag) bei flachen Druckverteilungen. Bei den übrigen Wetterlagen wird der allgemeine Durchschnittswert von 2,5 erreicht. Dieses Ergebnis zeigt also die biotrope Wirkung der gradientschwachen Wetterlagen, wo ein Anstieg von 1,2 Infarkten/Tag zu verzeichnen ist. Dieser Anstieg erhält bei der Interpretation ein um so größeres Gewicht, da diese berechneten Zahlen ja lediglich Durchschnittswerte sind.

Im Hinblick auf eine mögliche Prognosentätigkeit für Herzinfarkte in Abhängigkeit von der Wettertlage wurde das Infarktauftreten in kritische und unkritische Tage eingeteilt und dieses mit den fünf Wetterlagen korreliert. Als Parameter für diese Einteilung wurde die

Streuung der Infarktzahl um den Mittelwert gewählt, wobei die positive Abweichung als kritisch, die negative als unkritisch für gehäuftes Infarktauftreten definiert wurde.

Tabelle 12: Relative Häufigkeiten in Promille der Wetterlagen an infarktkritischen (a) bzw. infarktunkritischen Tagen (b) in Abhängigkeit von der Jahreszeit.

Wetterlagen	Winter		Frühling		Sommer		Herbst		Jahr	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
W/N-Lagen	15	35	28	37	32	40	17	38	92	150
E/S-Lagen	8	23	25	30	10	7	20	12	63	72
H-Lagen	20	23	20	38	32	58	32	66	104	186
F-Lagen	27	0	22	3	28	15	20	5	97	23
T-Lagen	25	47	15	28	23	48	10	17	73	140

Tabelle 12 zeigt die jahreszeitliche Verteilung der Wetterlagen an kritischen bzw. unkritischen Tagen und belegt anschaulich das Ergebnis aufgrund der statistischen Maßzahlen. Lediglich in 23 % treten flache Druckverteilungen an unkritischen Tagen auf, wogegen 97 % davon in der kritischen Phase sind. Interessant ist, daß sowohl West-Nordost-Strömungslagen als auch Hochdrucklagen für infarktunkritische Tage charakterisiert sind. Dies gewinnt um so mehr an Bedeutung, da diese Wetterlagen einerseits den raschen Wechsel von Wettererscheinungen, andererseits die langfristige Andauer bestimmter Wettercharakteristika darstellen und die nach zahlreichen Literaturangaben induzierende Wirkung auf das Infarktauftreten haben sollen. Dies scheint nach dem vorliegenden Zahlenmaterial nicht der Fall zu sein.

Vielmehr spielen die Wetterlagen mit flacher Druckverteilung bei Infarktauftreten eine gewichtige Rolle.

Von Bedeutung für das signifikante Auftreten von Herzinfarkten ist noch die Berechnung des Anteiles aller Wetterlagen an den kritischen, unkritischen und normalen Tagen, um so erste Anhaltspunkte für biometeorologische Prognosen zu bekommen. Dieser Wetteranteil in % an den definierten Infarkttagen ist in Tabelle 13 zusammengefaßt. Man

Tabelle 13: Prozentueller Anteil der Wetterlagen bei kritischen, unkritischen und normalen Infarkttagen.

Wetterlage	kritisch	unkritisch	normal
W/N-Lage	20	33	47
E/S-Lage	22	25	53
H-Lage	20	36	44
F-Lage	59	14	27
T-Lage	18	35	47

sieht, daß bei den kritischen Tagen die Wetterlagen mit flacher Luftdruckverteilung mit 59 % dominieren, während nur 14 % an unkritischen Tagen auftreten. Alle übrigen Werte liegen um 20 % für den kritischen und um 30 % für den unkritischen Bereich. Allerdings sind die Prozentzahlen zu gering, um hier als aussagekräftiger Beweis für infarktwidrige Wetterlagen zu dienen. Lediglich die gradientschwachen Wetterlagen gestatten hier einen ersten Schritt zur statistisch gesicherten biometeorologischen Prognosenerstellung.

7.3.3. Herzinfarkt und Wetterphasenanalyse

Nach verschiedenen Arbeiten [22] haben sich für Herzinfarkte vor allem die Wetterphasen 4 und 6 als außerordentlich biotrop ungünstig erwiesen, hierbei wird aber meist nie auf die statistische Bearbeitungsweise der medizinischen Daten eingegangen, so daß die statistische Fundamentation fehlt.

Die Wiener Infarktdaten werden unter Berücksichtigung des ersten und zweiten Moments der statistischen Maßzahlen den Wetterphasen gegenübergestellt, wobei vier Bereiche der Infarktzahlen (I) mittels der Streuung (σ) definiert wurden:

alle Tage: I unabhängig von σ
unkritische Tage: $I \leqq (m - \sigma)$, d. h. unterdurchschnittliches Infarktauftreten
kritische Tage: $I \geqq (m + \sigma)$, d. h. häufiges Infarktauftreten (überdurchschnittlich)
sehr kritische Tage: $I \geqq (m + 2\sigma)$, d. h. sehr häufiges Infarktauftreten (sehr überdurchschnittlich)

Vom Deutschen Wetterdienst wurde noch eine weitere Wetterphase eingeführt: Wph 8, die einer Inversionslage mit Boden- oder Hochnebel entspricht.

Die Zuordnung der Wetterphasen zu den Infarkttagen zeigt die Abbildung 4. Hier ist die Wetterphasenabhängigkeit der Herzinfarkte als relative Häufigkeit in Promille für die vier oben definierten Infarkttage wiedergegeben. Betrachtet man zunächst nur die Verteilung an kritischen Tagen, so erkennt man das Maximum bei Wph 6z, weitere Gipfelpunkte bei Wph 4 und Wph 1, während die übrigen Wetterphasen biotrop günstig wären. Die Häufigkeitsverteilung an sehr kritischen Tagen zeigt eine Doppelwelle mit je einem Maximum bei Wph 6z und Wph 2, sowie mit Minima bei Wph 3A, Wph 3F und Wph 8. Besonders auffallend ist der Wegfall der Wph 4 als signifikantes Maximum und die Verschiebung des Gipfelpunktes von Wph 1 zu Wph 2, was auch schon in anderen Arbeiten verzeichnet wurde. Zieht man in weiterer Folge die unkritischen Tage und schließlich die Gesamtsumme aller Tage mit ein in die Häufigkeitsverteilung, so läßt sich eine reine Zufallsverteilung erkennen, da diese Kurven einen nahezu identischen Verlauf mit den übrigen aufweisen. Daraus geht klar hervor, daß einerseits die Wetterphasen nur im mikroskalen Bereich angewendet werden dürfen und nicht, wie angenommen, für einen größeren Raum Gültigkeit haben, und andererseits aber trotz dieses Einwandes die Wetterphasen 6z und 2 für Herzinfarkte von großer Bedeutung sind, allerdings muß dabei die Infarktstreuung um den Mittelwert mitberücksichtigt werden.

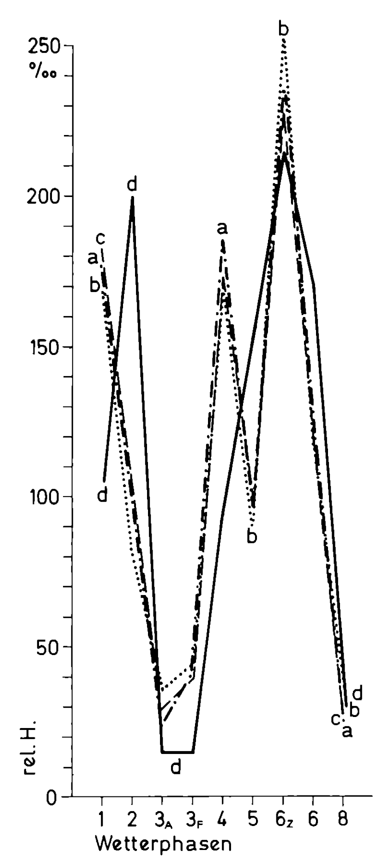


Abbildung 4: Relative Häufigkeiten der Wetterphasen in Promille in Abhängigkeit von Herzinfarkten (a: kritisch, b: unkritisch, c: alle Tage, d: sehr kritisch)

Aus der Erfahrung vieler Ärzte ist für die Herzinfarkthäufigkeit nicht eine bestimmte Wetterphase verantwortlich, sondern vielmehr die zeitliche Änderung des Wetterablaufes. Dabei ist allerdings zu bemerken, daß bereits bei dieser Studie kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Wetterfronten und Infarktauftreten, wie es aufgrund vieler Literaturzitate zu erwarten gewesen wäre, statistisch nachzuweisen war. Es ist aber dennoch von Interesse, wie sich die Änderung der Wetterphase auf das Infarktauftreten auswirkt. Der Unterschied liegt dabei in der Zeitdauer des meteorologischen Umschwunges; während Fronten innerhalb kurzer Zeiträume (einige Minuten bis Stunden) den Beobachtungsort überqueren, tritt die hier untersuchte Änderung der Wetterphase während zweier oder dreier Tage auf. Somit ist die Auswirkung des Wetterwechsels für den Menschen von ganz anderer Bedeutung, da sich kurzdauernde Ereignisse wesentlich anders auf den psychischen und physischen Zustand des Menschen auswirken als Vorkommnisse von langer Dauer.

Unter dieser Wertung erhält somit die Wetterphasenänderung eine gänzlich andere Aussage als die Wetteränderung infolge Frontdurchganges; die Identität der beiden Wetteränderungen ist aufgehoben.

Zu diesem Zweck wurden die Änderungen der Wetterphasen am Stichtag zum Vor- bzw. Folgetag [(d – 1), d, (d + 1)] ausgezählt und in Abhängigkeit zu den Infarkttagen gesetzt, wobei für die Herzinfarktdaten eine analoge Einteilung getroffen wurde.

Bei Wetterphasenänderung wurde für drei Gruppen untersucht, nämlich für eine Wetterphasenänderung vor dem Infarktstichtag [A:(d – 1)/d], nach dem Infarktstichtag [B: d/(d + 1)] und für keine Wetterphasenänderung [C: (d – 1) = d = (d + 1)]. Das Ergebnis dieser Zuordnung ist in Tabelle 14 als relative Häufigkeiten enthalten.

Tabelle 14: Relative Häufigkeiten (in %) der dreitägigen Wetterphasenänderung ([d–1], d, [d + 1]) in Abhängigkeit der Infarktverteilung (I) der Jahre 1968–1970, 1976, A: (d–1)/d – Wetterphasenänderung vor Infarktstichtag; B: d/(d+1) – Wetterphasenänderung nach Infarktstichtag; C: (d–1) = d = (d+1) – keine Wetterphasenänderung.

	$I \geq (m+2\sigma)$	$(m+\sigma) \leq I < (m+2\sigma)$	$I \leq (m-\sigma)$
A	69	52	6
B	18	25	17
C	13	23	77
A+B	87	77	23

Für sehr kritische Tage [$I \geqq (m + 2\sigma)$] wurden für den zur Verfügung stehenden Zeitraum insgesamt 72 Fälle ausgezählt, davon 69 % mit einer Wph-Änderung vor dem Stichtag und 18 % danach. D. h. in 87 % aller Fälle tritt eine markante Änderung der Wetterphase ein, lediglich bei 13 % bleibt die Wetterphase gleich. Ein ähnliches, allerdings etwas abgeschwächtes Ergebnis zeigt die Verteilung an kritischen Tagen [$(m + \sigma) \leqq I \leqq (m + 2\sigma)$] wo 186 Fälle berücksichtigt werden konnten. Das signifikante Ereignis dieser Korrelation tritt nun bei der dritten Gruppe, nämlich bei unkritischen Infarkttagen [$I \leqq (m - \sigma)$]) auf. Hier dreht sich nämlich das Verhältnis um: bei 77 % aller 200 Fälle tritt keine Wetterphasenänderung ein. D. h. Tage mit geringem Infarktauftreten werden zu über drei Viertel während solcher Zeiträume registriert, wo keine Änderung in der Wetterphase auftritt, hingegen bedeutet Wetterphasenänderung vermehrte Infarkthäufigkeit.

7.3.4. Abhängigkeit der Herzinfarkte vom Temperatur-Feuchte-Milieu

Das Wetterphasenschema von Brezowsky-Ungeheuer berücksichtigt das Temperatur-Feuchte-Milieu (TFM), wie schon oben erwähnt. Dabei stellt sich jedoch die Frage, ob das Infarktauftreten mit dem TFM positiv korreliert, ob hier eine medizin-meteorologische Aussage

aufgrund einfacher Parameter zu machen ist. Zu diesem Zweck wurde das TFM in Abhängigkeit vom Monat, von der Jahreszeit und dem Jahr für das vorhandene Infarktmaterial berechnet und als relative Häufigkeiten in vier Gruppen (kt, kf, wt, wf) in Tabelle 15 wiedergegeben. Als Ergebnis liegt eine Zufallsverteilung vor, die von der Jahreshäufigkeit der jeweiligen TFM-Kombinationen geprägt ist. Somit muß gesagt werden, daß das TF-Milieu als singuläre medizin-meteorologische Größe nicht verwendet werden kann, aber zur Bestimmung der Wetterphase hervorragende Dienste leistet. Im Laufe dieser Studie wird aber der Versuch unternommen, das TF-Milieu integriert über eine Schicht der Atmosphäre (bis 850 mbar) als Einzelparameter zu verwenden, da die Bodenwerte für die Vorgänge in der Atmosphäre zuwenig aussagekräftig sind.

Tabelle 15: Relative Häufigkeiten des TF-Milieus (in Promille) in Abhängigkeit von Herzinfarkttagen (kritisch, unkritisch, alle). TFM: kt = kalt-trocken, kf = kalt-feucht, wt = warm-trocken, wf = warm-feucht.

Zeit	Kritische Tage				Unkritische Tage				Alle Tage			
	kt	kf	wt	wf	kt	kf	wt	wf	kt	kf	wt	wf
J	35	6	13	22	18	2	18	31	34	4	10	39
F	22	6	6	25	31	2	13	20	24	4	10	24
M	32	10	25	29	16	7	16	24	26	8	19	32
A	13	25	3	16	20	11	31	20	25	15	22	27
M	22	10	35	45	31	13	9	29	30	10	29	31
J	22	22	19	38	16	11	7	42	25	11	11	39
J	19	19	6	41	27	13	27	49	23	13	15	36
A	35	16	19	29	44	7	27	40	31	9	19	27
S	32	13	10	32	22	11	24	40	30	10	16	30
O	41	6	13	22	18	7	11	27	31	9	16	33
N	35	0	10	19	29	11	7	24	39	7	10	25
D	51	3	0	25	33	4	4	33	51	4	2	34
Fr	67	45	64	89	67	31	56	73	80	33	45	89
So	76	57	45	108	87	31	60	131	80	33	45	101
He	108	19	32	73	69	29	42	91	101	26	39	88
Wi	108	16	19	73	82	9	36	84	108	13	22	96
Ja	360	137	159	344	304	100	193	402	369	104	152	375

7.3.5. Varianzanalyse Herzinfarkt – meteorologische Variable

Mittels univariater Varianzanalyse wurden die Herzinfarktdaten zu den meteorologischen Daten (W1–W16) in Beziehung gesetzt, um dadurch Unterschiede in der jeweiligen Gruppencharakteristik herauszufiltern. Als statistische Signifikanz für Unterscheidungsmerkmale gelten Werte $<0{,}05$. Signifikanzwerte $>0{,}05$ zeigen keine Korrelationen. Mit Hilfe des Duncan-Tests wurde die größtmögliche Gruppenabhängigkeit

bestimmt. Tabelle 16 beinhaltet die Signifikanzen der univariaten Varianzanalyse [48]. Die Variablen sind im bereits erklärten Code. Die Ergebnisse des Duncan-Tests [53] werden in der Tabelle bereits aufgeschlüsselt wiedergegeben. So bedeuten die angegebenen Ziffern die maximal aufgetretenen Unterschiede in den definierten Gruppen.

Tabelle 16: Ergebnisse der Signifikanzwerte der Varianzanalyse und des DUNCAN-Tests für die Jahreszeiten 1968–1970.

M/W	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16
Winter 1968																
M1	,33	,39	,42	,97	,98	,03 2/3	,58	,78	,33	,87	,99	,92	,05	,29	,05	,98
M2	,90	,35	,19	,55	,56	,23	,80	,21	,38	,96	,17	,40	,35	,54	,05	,14
M3	,57	,62	,71	,94	,79	,07	,56	,71	,27	,89	,80	,90	,29	,17	,27	,66
Frühling 1968																
M1	,88	,26	,25	,58	,66	,35	,63	,10	,15	,13	,86	,03 0/1	,34	,94	,52	,97
M2	,35	,38	,91	,07	,61	,89	,14	,41	,90	,09	,50	,06	,17	,12	,34	,29
M3	,88	,81	,47	,38	,97	,57	,26	,46	,26	,06	,99	,00 0/1	,96	,37	,98	,79
Sommer 1968																
M1	,46	,63	,93	,35	,42	,51	,68	,75	,50	,44	,16	,54	,63	,97	,38	,58
M2	,55	,26	,39	,44	,86	,65	,33	,87	,02 0/1	,44	,38	,03 0/2	,53	,02 1/0	,47	,83
M3	,82	,94	,85	,62	,70	,49	,98	,62	,02 0/1	,29	,17	,10	,45	,21	,97	,80
Herbst 1968																
M1	,81	,51	,79	,12	,13	,10	,76	,56	,36	,66	,86	,96	,73	,58	,68	,71
M2	,67	,89	1,00	,87	,26	,10 1/3	,88	,54	,01 1/0	,49	,47	,59	1,00	,68	,89	,42
M3	,60	,61	,86	,25	,05	,36	,85	,77	,49	,67	,86	,89	,79	,85	,63	,37
Winter 1969																
M1	,51	,32	,10	,83	,03 1/0	,27	,15	,34	,64	,19	,29	,03	,75	,16	,31	,36
M2	,00 3/2	,96	,58	,04 2/1	,48	,34	,89	,91	,58	,45	,35	,37	,77	,02 0/1	,31	,89
M3	,09	,44	,09	,29	,25	,69	,21	,69	,55	,10	,12	,13	,95	,03 0/1	,15	,60
Frühling 1969																
M1	,02 3/1	,08	,02 3/1	,96	,79	,63	,31	,36	,32	,42	,83	,90	,30	,77	,03 5/9	,95
M2	,48	,51	,73	,65	,56	,71	,42	,97	,10	,86	,86	,80	,04 1/0	,64	,00 4/5	,98
M3	,02	,15	,06	,91	,62	,58	,19	,55	,85	,26	,92	,73	,03 1/0	,96	,00 4/3	,94
Sommer 1969																
M1	,12	,63	,86	,35	,48	,42	,55	,83	,22	,74	,37	,10	,14	,83	,47	,23
M2	,99	,34	,66	,41	,89	,21	,68	,87	,22	,46	,46	,07	,72	,34	,70	,44
M3	,24	,94	,94	,33	,48	,39	,48	,73	,10	,82	,26	,02 1/2	,31	,50	,50	,14

Tabelle 16 (Fortsetzung).

M/W	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16
Herbst 1969																
M1	,53	,09	,17	,45	,30	,47	,08	,93	,56	,99	,04 4/2	,82	,66	,92	,23	,10
M2	,63	,74	,85	,39	,56	,15	,55	,14	,96	,76	,06	,72	,26	,13	,95	,62
M3	,33	,35	,19	,46	,55	,08	,05 2/1	,45	,60	,98	,12	,57	,27	,29	,35	,51
Winter 1970																
M1	,82	,08	,88	,46	,94	,20	,76	,09	,12	,01 5/1	,68	,26	,50	,87	,15	,09
M2	,92	,82	,92	,75	,72	,14	,15	,41	,91	,54	,82	,04 2/1	,82	,20	,46	,73
M3	,86	,19	,82	,40	,99	,15	,60	,18	,17	,09	,62	,09	,54	,60	,54	,39
Frühling 1970																
M1	,41	,13	,10	,96	,57	,73	,91	,85	,94	,56	,37	,80	,34	,34	,21	,45
M2	,62	,85	,87	,83	,94	,48	,76	,23	,74	,07	,60	,15	,91	,68	,71	,59
M3	,59	,13	,12	,85	,80	,77	,92	,95	,79	,80	,40	,35	,47	,59	,18	,27
Sommer 1970																
M1	,22	,14	,09	,37	,26	,85	,44	,66	,32	,81	,55	,19	,47	,38	,31	,93
M2	,60	,98	,50	,69	,58	,67	,67	,58	,26	,47	,06	,32	,07	,67	,36	,00 1/2
M3	,56	,27	,14	,48	,84	,65	,85	,38	,95	,84	,09	,80	,56	,34	,59	,03 1/2
Herbst 1970																
M1	,25	,56	,14	,26	,52	,06	,25	,17	,20	,86	,46	,83	,81	,71	,35	,55
M2	,44	,26	,21	,30	,02 1/0	,09	,81	,53	,62	,11	,73	,08	,74	,31	,74	,07
M3	,21	,59	,09	,20	,54	,03 1/2	,40	,26	,46	,73	,52	,47	,96	,86	,75	,37

Die Tabelle läßt kein einheitliches Muster innerhalb der Jahreszeitenverteilung erkennen, lediglich vereinzelt sind signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppen vorhanden. So z. B. erkennt man, daß bei W12 (Biowetterindex) wiederholt Korrelationen existieren, die aber auch nicht verallgemeinert werden dürfen.

Faßt man dieses Ergebnis zusammen, so muß man es als negativ qualifizieren. Positive Korrelationen sind zwar vorhanden, treten aber nicht regelmäßig auf und gestatten daher keinen Analogieschluß. Interessant ist außerdem, daß die Varianzanalyse mit Duncan-Test keine Korrelationen zwischen Infarkten und Wetterfronten bzw. Wetterphasen aufzeigt. Die in der Literatur verankerten diesbezüglichen Beziehungen dürfen sowohl nicht blind übernommen werden. Denn die Ergebnisse mittels DERUDDERschem Meteorotropieindex und der „n-Methode" haben hier sehr wohl positive Resultate gezeigt.

Ließe man nun andere statistische Methoden weg, so wären diese Ergebnisse bestätigt. Aber erst die Verwendung verschiedener Methoden

muß zur Bestätigung medizin-meteorologischer Zusammenhänge führen.

7.3.6. Kanonische Korrelation Herzinfarkt – meteorologische Variablen

Aus den Ergebnissen der univariaten statistischen Verfahren und des Kolmogoroff-Smirnoff-Testes ließ in die Verwendung von multivariaten Verfahren keine allzu große Hoffnung auf positive Resultate entstehen [54, 55]. Da die einfache Varianzanalyse schon nur bescheidene Korrelationen aufzeigte, wurde auf mehrfache Varianzanalysen a priori verzichtet. Vielmehr schien das multivariate Verfahren der kanonischen Korrelation für die weitere medizin-meteorologische Analyse geeignet. Als aussagekräftige Resultate werden kanonische Korrelationskoeffizienten $\geqq 0{,}7$ bei einem Signifikanzwert von $<0{,}05$ erwartet. Tabelle 17 beinhaltet die Resultate für die Jahreszeiten der Untersuchungsperiode.

Tabelle 17: Ergebnisse der Kanonischen Korrelation.

		Signifikanz	Kanonischer Korrelations-koeffizient	Kanonische Variable
1968	Winter	0,556	0,46288	–
	Frühling	0,998	0,43557	–
	Sommer	0,743	0,52969	–
	Herbst	0,749	0,54984	–
1969	Winter	0,366	0,57023	–
	Frühling	0,988	0,43594	–
	Sommer	1,000	0,37208	–
	Herbst	0,937	0,47109	–
1970	Winter	0,013	0,78013	W3 0,817
				W15 0,875
				M1 2,713
				M3 −2,869
	Frühling	0,840	0,66114	–
	Sommer	0,403	0,68317	–
	Herbst	0,720	0,69119	–

Das Ergebnis der kanonischen Korrelationsanalyse gibt keine signifikanten Zusammenhänge. Der relativ hohe Korrelationskoeffizient im Winter 1970 zeigt zwar den Zusammenhang der Infarkte mit der Äquivalenztemperatur (kalttrocken) und der Schwefeldioxidverteilung, die als Aussagekriterium für bestimmte Wetterlagen angenommen werden darf (z. B. gradientschwache Wetterlagen), aber Ergebnisse im Sinne einer strengen statistischen Signifikanz liegen nicht vor. Faßt man die Korrelationen Herzinfarkt–Wetter zusammen und berücksichtigt man die Ergebnisse der verschiedenen statistischen Methoden, so muß gesagt

werden, daß Zusammenhänge zwischen medizinischen und meteorologischen Daten zwar offensichtlich und durch einfache statistische Verfahren auch nachweisbar sind, aber bei der Anwendung höherer und somit aussagekräftigerer Methoden nur mehr zusatzweise auftreten und kein regelmäßiges Muster erkennen lassen. Somit ist der Herzinfarkt in manchen Fällen vom Wetter beeinflußt, ein statistisch signifikanter Nachweis einer engen und eindeutigen Korrelation ist aber in dieser Arbeit nicht herausgekommen.

7.4. Wettereinfluß und Mortalität

Die medizin-meteorologische Analyse der Datenkollektive erfolgte wiederum mit Hilfe der univariaten Varianzanalyse, des Duncan-Tests und der multivariaten kanonischen Korrelation. In den Tabellen 18 und 19 sind Ergebnisse dieser statistischen Verfahren enthalten.

Die Ergebnisse liegen ähnlich wie bei den Herzinfarkten: keine signifikanten durchlaufenden Muster. Allerdings tritt in der Jahressummenkorrelation die signifikante Beziehung zwischen Tod durch Atmungserkrankung (M10) und Gesamtsterbezahlen zur Schwefeldioxidkonzentration auf. Dabei muß natürlich auch bedacht werden, daß die SO_2-Verteilung von der herrschenden Wetterlage abhängig ist (z. B. gradientschwache Inversionslagen).

Bei der letztgenannten Beziehung liegt vollständige Übereinstimmung zwischen uni- und multivariaten Verfahren vor. D. h. es besteht eine statistisch signifikante Beziehung zwischen dem Datenkollektiv „Tod durch Atmungserkrankung" und SO_2, wobei dieser Schadstoff jetzt natürlich nicht in unmittelbarem Kausalzusammenhang gebracht werden darf. Schwefeldioxid darf hier lediglich als Leitsubstanz für viele andere Schadstoffe der Atmosphäre angesehen werden. Es darf somit der Schluß gezogen werden, daß die in der Atmosphäre vorhandenen Schadstoffe sich auf die Mortalität statistisch signifikant auswirken.

Verschiedene andere meteorologische Variable zeigen ebenfalls Korrelationen zu den medizinischen Daten, eine statistische Sicherheit kann aber nicht gegeben werden, da hier keine durchlaufende Musterbildung vorliegt.

Tabelle 18: Ergebnisse der Varianzanalyse und des DUNCAN-Tests für die Jahreszeiten 1970.

M/W	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16
Winter 1970																
M4	,00	,00	,00	,00	,61	,77	,74	,58	,76	,37	,26	,06	,12	,00	,00	,02
	3/1	3/1	3/1	4/5										0/1	1/3	1/3
M5	,56	,35	,10	,38	,20	,68	,98	,64	,15	,18	,70	,51	,66	,29	,52	,08
M6	,24	,61	,66	,47	,73	,86	,09	,02	,00	,07	,31	,44	,05	,00	,76	,72
								2/1	1/0					1/0		
M7	,01	,15	,10	,11	,80	,74	,49	,67	,29	,88	,31	,55	,42	,01	,00	,03
	3/1													0/1	1/3	1/3

Tabelle 18 (Fortsetzung)

M/W	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16
M8	,73	,90	,62	,40	,02 0/1	,02 2/1	,75	,80	,68	,70	,02 3/5	,89	,50	,26	,27	,98
M9	,22	,02 3/1	,18	,42	,69	,71	,44	,43	,90	,17	,84	,15	,81	,00 0/1	,31	,52
M10	,00 3/1	,00 3/1	,00 3/1	,00 4/3	,48	,52	,85	,09	,46	,12	,08	,02 2/0	,29	,00 0/1	,00 1/3	,01 1/3
M11	,67	,44	,41	,07	,18	,60	,73	,10	,09	,52	,55	,75	,29	,35	,83	,28
M12	,88	,50	,94	,21	,08	,92	,43	,92	,84	,25	,13	,42	,62	,53	,44	,73
M13	,76	,44	,87	,15	,67	,24	,94	,71	,26	,80	,66	,60	,66	,62	,99	,84
Frühling 1970																
M4	,60	,08	,56	,29	,75	,68	,13	,51	,53	,74	,82	,23	,05	,49	,38	,33
M5	,57	,19	,71	,49	,99	,06	,75	,56	,48	,06	,70	,54	,20	,47	,44	,73
M6	,47	,02 2/3	,62	,90	,85	,05	,90	,44	,76	,25	,54	,41	,78	,49	,37	,13
M7	,62	,37	,38	,13	,18	,62	,59	,50	,48	,27	,24	,03 1/0	,12	,87	,16	,86
M8	,33	,36	,12	,52	,45	,66	,01 1/3	,29	,03 1/0	,28	,98	,03 2/1	,46	,16	,53	,17
M9	,52	,52	,57	,60	,82	,49	,19	,68	,09	,25	,91	,18	,29	,70	,98	,68
M10	,01 3/1	,00 2/1	,00 3/1	,70	,44	,88	,01 1/3	,81	,22	,96	,30	,59	,13	,70	,66	,47
M11	,59	,86	,98	,37	,79	,05	,15	,97	,78	,67	,44	,92	,86	,42	,39	,72
M12	,38	,48	,41	,47	,02 1,2/0	,41	,41	,98	,58	,50	,82	,57	,25	,77	,29	,43
M13	,72	,70	,71	,55	,05	,98	,35	,73	,21	,48	,01 2/1	,84	,00 0/1	,22	,22	,14
Sommer 1970																
M4	,01 2/3	,02 1/3	,00 1/3	,00 3,2/4	,93	,33	,07	,81	,05	,53	,22	,42	,01	,01	,82	,16
M5	,21	,54	,87	,52	,94	,07	,91	,63	,22	,68	,00 4/5	,01 0/1	,55	,00 0/1	,00 2/3,4	,35
M6	,14	,05	,33	,45	,27	,88	,61	,38	,45	,83	,16	,31	,75	,25	,98	,65
M7	,52	,60	,13	,35	,48	,24	,62	,76	,72	,21	,39	,99	,87	,97	,53	,70
M8	,51	,51	,55	,50	,70	,02 3/2	,38	,96	,50	,71	,98	,27	,63	,55	,23	,55
M9	,57	,43	,57	,15	,40	,37	,41	,40	,11	,68	,79	,62	,01 0/1	,05	,32	,30
M10	,64	,09	,09	,09	,06	,95	,04 3/2	,34	,02 0/1	,01 4/3	,00 4,1/5	,00 1/2	,38	,04 6/1	,49	,33
M11	,51	,21	,29	,52	,12	,98	,12	,68	,46	,68	,80	,35	,48	,76	,25	,38
M12	,98	,51	,98	,94	,91	,42	,78	,78	,97	,28	,41	,27	,53	,93	,07	,16
M13	,26	,32	,61	,09	,86	,12	,92	,35	,89	,37	,82	,47	,21	,54	,60	,18
Herbst 1970																
M4	,59	,12	,84	,93	,97	,12	,23	,11	,55	,87	,67	,42	,60	,93	,69	,95
M5	,38	,71	,38	,60	,41	,16	,05	,10	,77	,85	,24	,62	,38	,94	,78	,04 2/3
M6	,76	,89	,46	,07	,08	,49	,20	,65	,72	,47	,05	,97	,90	,44	,46	,80

Tabelle 18 (Fortsetzung)

M/W	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16
M7	,72	,60	,80	,96	,03	,33	,44	,18	,87	,69	,51	,91	,51	,19	,65	,60
					1/0											
M8	,48	,13	,93	,56	,53	,40	,43	,72	,97	,26	,79	,35	,51	,15	,39	,84
M9	,37	,20	,86	,78	,22	,39	,82	,29	,62	,39	,20	,64	,49	,78	,83	,21
M10	,65	,59	,88	,73	,02	,16	,00	,97	,16	,27	,72	,51	,68	,03	,61	,98
					2/1		3/2							1/0		
M11	,11	,02	,15	,64	,27	,69	,22	,73	,79	,16	,33	,32	,43	,45	,31	,32
		3/1														
M12	,77	,45	,72	,38	,60	,25	,30	,76	,74	,08	,65	,71	,07	,11	,11	,16
M13	,43	,45	,16	,23	,84	,70	,94	,73	,72	,10	,32	,57	,90	,85	,89	,73

Tabelle 19: Ergebnisse der Kanonischen Korrelation.

1970	Signifikanz	Kanonischer Korrelations-koeffizient	Kanonische Variable
Winter	0,013	0,78013	W3 0,817
			W15 0,875
			M4 1,539
Frühling	0,840	0,66114	–
Sommer	0,403	0,68317	–
Herbst	0,720	0,69119	–
Gesamtjahr	0,000	0,61463	W15 −1,124
			M10 0,667

Es stellt sich nun aber die Frage, warum die statistische Analyse der medizinischen und meteorologischen Datenkollektive keine eindeutigen und vor allem repräsentativ verallgemeinerbare Ergebnisse liefert, wo doch bei der vorliegenden Arbeit sogenannte medizinische und meteorologische „Normaljahre“ zur Verfügung standen und verschiedene Fehlinterpretationen durch statistische Tests vermieden werden konnten. Die Antwort gab bereits Hippokrates in seiner Schrift „Über die Umwelt“ [5], nämlich „über die Jahreszeiten und über die Wirkungen, die von jeder einzelnen ausgehen können, . . und den richtigen Moment des Eingreifens in jedem einzelnen Fall am besten erkennen “. Daraus geht klar hervor, daß jedes Individuum separat betrachtet und analysiert werden muß, um richtig helfen zu können. In der Gruppe werden sich die Merkmale glätten, ja zum Teil auslöschen. Und genau das passiert auch bei statistischen Analysen in der Medizin-Meteorologie. Das zu verarbeitende Datenkollektiv glättet in sein Gesamtheit die individuell verschiedenen Reaktionssymptome, vernichtet die Individualität der Anamnese.

Und hier liegt nun auch der Weg, den die Medizin-Meteorologie beschreiten muß, wenn sie als angewandte Forschung für die medizinische Prophylaxe und Therapie Nutzen bringen soll. Die Statistik darf nicht den ersten Schritt setzen, sondern erst den letzten. Die meteorologische Datenerfassung kann als weitgehend zufriedenstellend betrachtet werden. Die medizinische Datenerfassung wäre es auch, würden individuelle Charakteristika der Krankheitssymptome vorerst in Gruppen erfaßt sein und diese dann erst mit dem Wettergeschehen in Beziehung gesetzt werden.

Ansätze zu diesem Weg hat es bereits gegeben (DeRudder, Curry, Leidreiter), vollständig wurde er aber noch nicht beschritten. Diese Arbeit soll hierzu ein weiterer Baustein sein. Die angestrebte medizin-meteorologische Methodik ist, über verschiedene physiologische Parameter [44] und psychologische Kriterien [45] den Wetterfühligen oder den unter dem Wetter leidenden Patienten in seiner medizinischen Situation zu erfassen und dann erst den Wetterkonnex herzustellen, um daraus einen „Wettertypus" abzuleiten. Der erste diesbezügliche Versuch wurde in einer Pilotstudie an der Klinik für entwicklungsgestörte Kinder des Neurologischen Krankenhauses der Stadt Wien durchgeführt.

7.5. Wettertypus und medizinische Anamnese

In den Monaten Jänner bis März 1979 wurde das Verhalten 43 zerebral geschädigter Kinder nach bestimmten Kriterien qualifiziert und tabellarisch festgehalten. Die Kinder im Alter von 7 bis 15 Jahren waren in der Klinik von Prof. Rett über den gesamten Zeitraum stationiert, d. h. der gesamte Lebensablauf blieb unter Kontrolle. In einer Studie über die meteorotrope Exitusrate zerebral geschädigter Kinder [46] wurden bereits medizin-meteorologische Zusammenhänge nachgewiesen, die jetzt für die medizinische Betreuung der Patienten erarbeitet und überprüft werden sollen.

Das quantifizierte Beobachtungsmaterial wurde mit dem Biowetter, Biowetterindex und der Vertikalbewegung (aufgrund der Radiosondenmessungen) korreliert:

Die Absolutwertbetrachtung aller Daten ergab kein Ergebnis; in der Summation und der daraus resultierenden Mittelwertsbildung war kein typisch wetterbedingtes Verhalten oder keine Verhaltensänderung der Kinder zu erkennen. Die Erfahrung der Ärzte kennt aber meteorotrope Verhaltensmodifikationen.

Daher wurde zur Analyse des Einzelfalles gegriffen, mit dem Ziel einer „Wettertypeneinteilung" Generell sollte auch die Frage geklärt werden, ob sowohl eine positive als auch eine negative Wetterwirkung auf zerebral geschädigte Kinder nachweisbar ist, wobei das Biowetter berücksichtigt wird. Folgendes Ergebnis wurde erzielt (x/– z. B. bedeutet: negative Wirkung vorhanden, positive Wirkung nicht nachweisbar):

19 Fälle mit –/–, d. s. 44 %
11 Fälle mit x/–, d. s. 26 %
13 Fälle mit x/x, d. s. 30 %

davon: Biowetter	D2	C	B	A
x/–:	7	1	6	0
x/x: ./x	3	2	0	9
x/.	8	1	10	0

(Mehrfachzählungen sind dabei möglich.)

Als Zwischenergebnis kann daher gesagt werden, daß wetterfühlige zerebral geschädigte Kinder negativ auf B und Frontdurchgang ansprechen, während A für positiv empfunden wird. Weiters dürfte auch das Alter eine Rolle spielen: ältere Kinder reagieren weniger auf den Wettereinfluß als Kinder unter 10 Jahren; bei Kindern zwischen 7 und 9 Jahren scheint die Wetterfühligkeit besonders ausgeprägt zu sein, da die (x/–)-Gegensätze besser hervortreten. Eine Verifikation nach Geschlecht war nicht nachweisbar.

Mit der Biowetterkorrelation war eine Wetterfühligkeit bei 56 % der Kinder nachweisbar; bei Korrelation mit der Vertikalbewegung (w) konnte lediglich bei 37 % ein Zusammenhang gefunden werden. Unterscheidet man wieder nach der Positiv/Negativ-Wirkung, so ergibt sich folgendes Ergebnis:

27 Fälle ohne w-Wirkung, d. s. 63 %
4 Fälle mit x/–-Wirkung, d. s. 9 %
4 Fälle mit –/x-Wirkung, d. s. 9 %
8 Fälle mit x/x-Wirkung, d. s. 19 %

Eine eindeutige Aussage ist nicht möglich, da hier die individuelle Wirkung der atmosphärischen Vorgänge zum Ausdruck kommt.

Aufgrund aller Ergebnisse ließ sich nun eine Gruppierung der zerebral geschädigten Kinder durchführen:

8 Kinder: wetterfühlig (2 Gruppen: B-Typus, d. h. negative Verhaltensmodifikationen bei Biowetter B, W-Typus, d. h. negative Verhaltensmodifikationen bei Warmluftadvektion);

10 Kinder: nicht wetterfühlig;

25 Kinder: keine eindeutigen Korrelationen in jeder Richtung.

Das erzielte Ergebnis zeigt eindeutig, daß auch bei einem kleinen Datengut medizin-meteorologische Zusammenhänge ersichtlich sind. Man darf dabei allerdings keine statistischen Stichproben bilden, sondern muß zunächst jeden einzelnen Fall analysieren und quantifizieren, um daraus erst eine Gruppenbildung zu ermöglichen.

Bei einem solchen Vorgang wäre aber die Anamnese des Patienten primär für medizin-meteorologische Analysen heranzuziehen, wobei vor allem physiologische Parameter die für eine Wettertypisierung notwendige Voraussetzung wären.

Für diese Studie wurde die Anamnese mit allen physiologischen Kontrolluntersuchungen aufbereitet und für die Gruppen „wetterfühlige" und „nicht wetterfühlige Kinder" tabellarisch in reduzierter Form dargestellt (Tabelle 20). Für jedes Kind wurden für drei Hauptuntersu-

Tabelle 20: Physiologische Parameter ,,wetterfühliger" und ,,nicht wetterfühliger Kinder" für 3 Termine. (BSG: [mm/1. St.]/[mm/2. Std.];.EEG: 1 = mäßig abnorm, 2 = abnorm, 3 = stark abnorm; Anfälle: 0 = keine, 1 = vereinzelte, 2 = gehäufte; Verhalten: 0 = unauffällig, 1 = psychomotorisch unruhig, 2 = erethisch; Schulleistung: 1 = ausreichend, 2 = mäßig, 3 = schlecht.)

	Alter	BSG			EEG			Anfälle			Verhalten			Schull.		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Gruppe ,,wetterfühlig"																
Rom. H.	9	2/8	3/6	3/6	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Brig. W.	10	9/17	6/12	6/12	1	1	1	2	2	2	1	0	1	1	1	1
Mart. H.	10	3/6	3/6	3/6	3	3	3	1	2	2	1	1	1	1	2	1
Mich. H.	12	4/8	4/9	3/5	3	3	3	2	1	2	1	1	1	1	3	3
Gerh. S.	10	3/7	14/28	4/7	2	3	2	2	1	2	1	1	1	3	3	1
Mart. Z.	13	2/5	2/5	3/7	1	2	3	0	2	1	1	2	2	2	2	2
Manf. H.	10	10/17	6/12	6/12	3	2	2	0	1	2	1	2	2	2	2	2
Rud. B.	12	3/5	3/5	7/14	1	2	2	2	1	0	1	1	1	2	2	3
Gruppe ,,nicht wetterfühlig"																
Rom. F.	12	1/3	1/3	2/3	2	2	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Chr. A.	8	7/14	6/10	3/5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Chr. S.	9	4/8	4/8	4/7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Emil A.	12	10/16	3/9	4/6	1	2	2	1	2	1	0	0	2	2	2	2
Ren. Z.	11	2/4	2/4	3/7	3	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	2
Fra. S.	13	8/12	6/9	7/14	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	2	2
Ger. D.	15	2/4	2/7	10/16	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	3
Ros. B.	14	3/5	4/7	3/5	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	3
Tam. M.	9	9/16	7/13	6/12	2	2	2	0	0	1	2	2	2	1	1	1
Pau. M.	11	2/4	2/4	2/4	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2

chungstermine folgende Parameter festgehalten: Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit (BSG), Elektroenzephalogramm (EEG), Anfälle (Epilepsie), Verhalten, Schulleistung.

Folgende wesentlichen Resultate sind aus dieser tabellarischen Zuordnung zu erkennen:

Wetterfühlige Patienten weisen eine höhere BSG auf als ,,nicht wetterfühlige" Das ist in Übereinstimmung mit [44], wo statistische Absicherungen dieses Resultates vorliegen, die Kausalzusammenhänge aber noch nicht geklärt sind. Man kann somit die Definition treffen, daß ,,wetterfühlige" Menschen (unabhängig vom Wettertypus) einen erhöhten BSG-Wert haben. Somit ist die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit ein physiologischer Parameter, der zur Wettertypisierung herangezogen werden muß (unter der Definition BSG > Normalwert).

Interessant für die therapeutische und pädagogische Anwendung dieser Pilotstudie ist der Umstand, daß die Parameter EEG, Anfälle, Verhalten und Schulleistung bei der Gruppe ,,wetterfühlige Kinder" immer höher liegen als jene der ,,nicht wetterfühligen Kinder". Man sieht, daß bei Wettersensibilität des zerebral geschädigten Kindes stärkere

Abnormitäten im Elektroenzephalogramm nachweisbar sind, daß sich epileptische Anfälle wesentlich mehr häufen, daß das Verhalten mehr psychomotorische Unruhe bringt und daß letztlich sich ein mäßiger bis schlechter Schulerfolg einstellt.

„Nicht wetterfühlige" zerebral geschädigte Kinder zeigen ein leistungsaktiveres Verhalten und geben auch in der medizinischen Betreuung weniger Probleme (z. B. geringere Anfallsquote).

Diese Ergebnisse weisen einen Weg in der Medizin-Meteorologie, der in seiner Anwendung von großem Nutzen sein könnte.

8. Schlußbetrachtung

Die dargestellte Arbeit über die Meteoropathologie einer Großstadtbevölkerung am Beispiel von Morbiditäts- und Mortalitätsdaten stellt mittels verschiedener medizin-meteorologischer Arbeitsmethoden und statistischen Verfahren die Wertung von Biotropieanalysen zur Diskussion und zeigt, welche Vielfalt von Interpretationsmöglichkeiten der erzielten Ergebnisse möglich ist.

Der Kernpunkt ist aber, daß (wie ja schon zahlreiche Studien bewiesen haben) nicht Statistiken bei medizin-meteorologischen Analysen die zentrale Rolle spielen, denn bei der Quantifizierung solch komplexer Bereiche wie Wetter, Physis und Psyche wird die Individualität jedes einzelnen Organismus nivelliert, was zur Verfälschung der Aussage führt.

Versucht man, die Ursachen für die meist negativen Ergebnisse dieser Arbeit zu analysieren, so zeigt sich, daß diese in der medizinischen Datenreihe zu finden sind. Denn hier tritt eine Vielfalt von verschiedenen Faktoren auf, die den im statistischen Sinn homogenen Daten überlagert, aber nicht berücksichtigt sind: z. B. Alter, Geschlecht, sozialer Status, Krankheiten. Diese Sekundäreinflüsse überdecken das Datenmaterial und bewirken, daß die medizinische Reihe nicht mehr repräsentativ ist.

Diese zum Teil negativen Einflüsse verfälschen die Anamnese der Daten und verursachen letztlich das negative Ergebnis der medizin-meteorologischen Analyse. Diese Ergebnisse müssen somit im Sinne angewandter Methodik beurteilt werden. Dabei bieten sich zwei Möglichkeiten an:

1. Aufschlüsselung der medizinischen Daten nach verschiedenen Faktoren (z. B. Krankheit, Alter, Geschlecht, sozialer Status, biologische Rhythmen, Umweltbedingungen).
2. Aufbereitung der medizinischen Daten an ausgewählten Personen oder Personengruppen über einen längeren Zeitraum.

Man darf aber auf keinen Fall homogene meteorologische Daten mit inhomogenen medizinischen Daten korrelieren.

Aus dem Ergebnis der vorliegenden Arbeit wäre der voreilige Schluß zu ziehen, daß keine nachweisbare Beziehung zwischen Wetter und Befinden des Menschen besteht. Man muß aber bedenken, daß für diese Arbeit medizinische Daten verwendet werden mußten, die durch

Überlagerungsprozesse verschiedener endogener und exogener Faktoren in ihrer Gesamtheit nicht mehr repräsentativ und eindeutig waren. Daher konnten auch keine eindeutig positiven oder auch negativen Ergebnisse trotz Anwendung verschiedener statistischer Methoden erzielt werden. Im Erfahrungsbereich der Ärzteschaft sind aber medizin-meteorologische Einflüsse vorhanden. Deren Dokumentation ist bis dato meist aber noch mangelhaft; die Ursachen hiefür liegen in den oben genannten Problemen.

Daher darf für weitere medizin-meteorologische Studien der Vorschlag gemacht werden, entweder über eine exakte Anamnese die Datenverifikation zu ermöglichen und somit zur Entscheidungshilfe des positiven oder negativen Biotropieeinflusses beizutragen oder keine umfangreichen medizinischen Datengruppen (ohne exakter Anamnese) zu verwenden, sondern vielmehr den Weg der gezielten Menschengruppenbeobachtung über einen größeren Zeitraum zu beschreiten, wie es in der vorliegenden Arbeit am Beispiel der zerebral geschädigten Kinder praktiziert wurde.

Abschließend sei noch Herrn Univ.-Prof. Dr. ANDREAS RETT und Herrn RUDOLF WYTEK vom EDV-Zentrum der Universität Wien für ihre tatkräftige Mitarbeit herzlichst gedankt. Ebenfalls muß noch der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für die Unterstützung dieser Arbeit der gebührende Dank ausgesprochen werden.

9. Literatur

[1] BERG, H.: Widersprechende Aussagen in der Medizin-Meteorologie. Münch. med. WSchr. *97* (1955), 749.

[2] EFFENBERGER, E.: Methodische Grundlagen der medizin-meteorologischen Forschung – Probleme der statistischen Erhebungstechnik in der medizin-meteorologischen Forschung. Arch. physik. Therap. *12* (1960), 301–309.

[3] JESSEL, U.: Kritische Betrachtungen über die medizin-meteorologische Statistik. Arch. phys. Therap. *6* (1954), 228–233.

[4] RUDDER, B. de: Grundriß einer Meteorobiologie des Menschen. Springer-Verlag, Berlin 1952.

[5] LEIDREITER, W.: Untersuchungsmethoden zur Meteoropathologie am Beispiel von Todesfällen bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems und der Atemwege. Abhdl. Met. Dienstes, DDR, Bd. *XV* (1976), Nr. 117.

[6] BÖHM, R.: Meteorologie und Stadtplanung in Wien (Temperatur und Niederschlag). WeLe *31* (1979), 207–230.

[7] STEINHAUSER, F., et al.: Klima und Bioklima von Wien. I.–III. Teil. 1955.

[8] SCHMIDT, W., BREZINA, E.: Über Beziehungen zwischen der Witterung und dem Befinden des Menschen, aufgrund statistischer Erhebungen dargestellt. Sitz.ber. d. K. Akad. d. Wissenschaften, Bd. *CXXIII.* (1914), Abt. III.

[9] BREZINA, E., SCHMIDT, W.: Über Beziehungen zwischen der Witterung und dem Befinden des Menschen. Arch. f. Hygiene Bd. *90* (1921), 3. Heft.

[10] REUTER, H., MACHALEK, A.: Medizin-meteorologische Studien an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien. Bakt. Hyg. I. Abt., Orig., B 1969 (1979), 386–390.

[11] REUTER, H.: Grundlagen medizin-meteorologischer Studien. Vortrag 4. Internat. Verkehrs- u. Kraftfahrmed. Kongreß, Wien 1982.
[12] BÜTTNER, K.: Physikalische Bioklimatologie. Akad. Verlagsges. Leipzig 1938.
[13] ICD: Handbuch der internationalen Klassifikation der Krankheiten, Verletzungen und Todesursachen. 9. Rev. Bd. I. 1979.
[14] MACHALEK, A.: Das Biowetter. WeLe *30* (1978), 53–56.
[15] MACHALEK, A., TILSCHER, H., et al.: Der Einfluß des Wetters auf den Verlauf von Lumbalsyndromen. ZS. f. Orthopäd. *118* (1980), H. 3, 291–316.
[16] BREZOWSKY, H.: Meteorologische und biologische Analysen nach der Tölzer Arbeitsmethode. Met. Rdschau *6* (1965).
[17] LAUSCHER, F.: 25 Jahre mit täglicher Klassifikation der Wetterlage in den Ostalpenländern. WeLe *24* (1972), 185–189.
[18] AMELUNG, W., EVERS, E.: Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde. Schattauer-Verlag, Stuttgart 1962.
[19] KÜGLER, H.: Medizin-Meteorologie nach den Wetterphasen. J. F. Lehmanns Verlag, München 1975.
[20] LINDNER, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschafter, Mediziner und Ingenieure. Birkhäuser-Verlag, 1964.
[21] SACHS, L.: Angewandte Statistik. Springer-Verlag – Berlin – Heidelberg – New York, 1974.
[22] UNDT, W., et al.: Der Herzmuskelinfarkt. Untersuchung über den Einfluß von Wetter, Jahreszeit und periodischen Umwelteinflüssen auf den Zeitpunkt des Krankheitsbeginnes. ZS angew. Bäder- und Klimaheilkunde *19* (1972), 151–169.
[23] FLADUNG, H. J.: Plötzlicher Herztod und Wetter. Archiv Met. Geo. Bio. B *4* (1953), 85–96.
[24] KUTSCHERA, W.: Statistische Überlegungen zur Frage einer Frontabhängigkeit des Herzinfarktes. Wiener klin. Wschr. *66* (1954), 281–282.
[25] FAUST, V.: Biometeorologie. Hippokrates Verlag, 1978.
[26] TROMP, S. W.: Medical Biometeorologie. Amsterdam: Elsevier. 1963.
[27] STAIGER, H.: Herzinfarktereignis und Wetter. Arch. Met. Geoph. Biokl. B *31* (1982), 313–321.
[28] ROGOT, E.: Associations between Coronary Mortality and the Weather, Chicago, 1967. Pub. Health Rep. *89* (1967), 330–338.
[29] DRISCOLL, D. M.: The Relationship between Weather and Mortality in Ten Major Metropolitan Areas in the United States, 1962–1963. Int. J. Biomet. *23* (1971), 77–87.
[30] CHECH, I., et al.: Day-to-Day and Seasonal Fluctuations of Urban Mortality in Houston, Texas. Int. J. Biomet. *23* (1972), 77–87.
[31] MOMIYAMA, M., et al.: Deseasonalisation of Mortality in the World. Int. J. Biomet. *16* (1972), 329–342.
[32] STATES, S. J.: Weather and Deaths in Pittsburgh, Pensylvania: A Comparison with Birmingham, Alabama. Int. J. Biomet. *21* (1977), 7–15.
[33] CHECH, I., et al.: Day-to Day and Seasonal Fluctuations of Urban Mortality in Kyoto, Japan. Int. J. Biomet. *23* (1979), 89–105.
[34] BORGERS, D., HEBERLING, R.: Auswirkung der Smog-Tage des Winters

1981/82 auf die Mortalität in Berlin (West). Bundesgesundheitsbl. *25* (1982), 328–331.

[35] STEIGER, H., BROCKHAUS, A.: Untersuchungen zur Mortalität in Nordrhein-Westfalen während der Inversionswetterlage im Dezember 1962. Staub, Reinhalt. d. Luft *31* (1971), 190–192.

[36] HILDEBRANDT, G.: Biologische Rhythmen und ihre Bedeutung für die Bäder- und Klimaheilkunde. In: Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde von Amelung–Evers. Schattauer-Verlag, Stuttgart 1962.

[37] WEVER, R.: Einfluß schwacher elektromagnetischer Felder auf die zirkadiane Periodik des Menschen. N. Wiss. *55* (1968), 29–32.

[38] KLINKER, L., JORDAN, H.: The Influence of Light on Human Regulation in Relation to Social Factors. J. Interdiscipl. Cycle Res., *7* (1976), 203–214.

[39] GLYNN, C. J., LLOYD, J. W.: The Diurnal Variation in Perception of Pain. Proc. Roy. Soc. Med. *69* (1969), 369–372.

[40] MARKTL, W.: Chronopathologie – Biologische Rhythmen. VO-Skript. Phys. Inst. d. Univ. Wien (unveröffentlicht).

[41] MACHALEK, A., TILSCHER, H.: Circadian Rhythm of Lumbar Pain Sensation. J. Interdiscipl. Cycle Res., *14* (in Druck).

[42] Monatsübersicht (1968–1977) der Zentralanstalt f. Met. u. Geo. Wien.

[43] MACHALEK, A.: Wintercharakteristik und Wetterlagen für die Zeit von 1955 bis 1975. WeLe. *28* (1976), 34–41.

[44] JENKNER, F. L.: Versuch einer Objektivierung von „Wetterfühligkeit" aus medizinischer Sicht. Zs f. Med. Met. *2* (1983), 7–10.

[45] KRETSCHMER, E.: Körperbau und Charakter – Untersuchungen zum Konstitutionsproblem und zur Lehre von den Temperamenten. 23./24. Aufl., Springer-Verlag, Berlin 1961.

[46] MACHALEK, A.: Die Meteoropathologie gehirngeschädigter Kinder. ZS Infans cerebro. *4* (1980), 92–97.

[47] STUR, D.: Schätzung altersbezogener Grippeletalitäten in Wien von 1970–1976. Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B *169* (1979), 535–540.

[48] SCHEFFE1, H. A.: The Analysis of Variance. Wiley, New York, 1959.

[49] WINER, B. J.: Statistical Principles in Experimental Design. 2nd Ed., McGraw-Hill, New York, 1971.

[50] ANDERSON, T. W.: Introduction to Multivariate Statistical Analysis. Wiley, New York, 1958. Chap. 12.

[51] COOLEY, W. W., LOHNES, P. R.: Multivariate Procedures for the Behavioral Sciences. Wiley, New York, 1962. Chap. 3.

[52] VAN DER GEER, J.: Introduction to Multivariate Analysis for the Social Sciences. Freeman, San Francisco, 1971. Chap. 14.

[53] DUNCAN, A. J.: Charts of the 10 % and 50 % points of OCCs for fixed effects analysis of Variance F-tests, $\alpha = 0.10$ and 0.05. I. Amer. Statist. Ass. *52* (1957), 345.

[54] SMIRNOV, N. V.: On the estimation of the discrepancy between empirical curves of distribution for independent samples. Bull. Math. Univ. Moscou *2* (1939), No. 2, 3.

[55] SMIRNOV, N. V.: Table for estimating the goodness of f.t.-Test of empirical distribution. Amer. Math. Statist. *19* (1948), 279.